

UNIVERSIDAD DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

**Estudio de la interdependencia ocular por
electrorretinografía**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Ángel García-Franco Souto

Madrid, 2015

R.14.401

UNIVERSIDAD DE MADRID

INSTITUTO DE OPTICA

FACULTAD DE MEDICINA

"DAZA DE VALDES"

DE 612.84

• GAR

EX-101

Examinador: Sr. Dr. Pérez Ibáñez
Vocales: Sr. Dr. Gallego T. Ser.
Sr. Dr. Gómez Olivares
Sr. Dr. Lomero Torres
Sr. Dr. Gil Goyarre

7A 1969

A Unión

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA INTERDEPENDENCIA
OCULAR POR ELECTORRETINOGRAFIA.

Memoria presentada por el Lcdo.

D. ANGEL GARCIA-FRANCO SOUTO

→ para aspirar al grado de Doctor

BIBLIOTECA UCM



5309164401



Biblioteca
de Medicina

Mayo, 1.969

X-53-179724-3

Cúpleme expresar mi sincero reconocimiento al Excmo. Sr. Prof. D. José Pérez Llorca, catedrático de Oftalmología de la Facultad de Medicina de la Universidad Central, por haberse dignado apadrinar esta tesis, por la amable acogida que dispensó a la lectura de la misma y por su generosa actitud al valorarla.

El presente trabajo ha sido realizado en los laboratorios de Optica Fisiológica del Instituto "Daza de Valdés", del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en el curso de los años 1964 a 1968. Hago constar mi respetuoso agradecimiento al Excmo. Sr. D. José M^a Otero Navascués, a la sazón Director de dicho Instituto, por su cordial hospitalidad al facilitarme espacio y medios.

Rindo mi más profunda gratitud al Dr. M. Aguilar, actualmente profesor de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad de Valencia, por la sugerencia del tema y dirección experimental, así como al Dr. L. Plaza, actual Director del Instituto, por su competente crítica y valiosa ayuda personal en la redacción del manuscrito.

Quedo deudor, asimismo, con el Dr. P. Jiménez Landi, Jefe de la Sección de Optica Instrumental, por sus oportunos consejos y advertencias, con los Doctores Sauras y Gómez y la Srta. Zabala, investigadores y colaboradores del Instituto, por el entusiasta ambiente de trabajo y espíritu de camaradería y mutua ayuda que supieron infundirme, y, finalmente, con la Srta. Serfaty, por su paciente laboriosidad en la confección de tablas, índices y corrección de pruebas.

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
CAPITULO I.- PLANTEAMIENTO	
1.- Introducción	2
2.- La interacción binocular	4
2.1.- Trabajos realizados por métodos subjetivos	5
2.2.- Trabajos realizados por métodos objetivos	9
2.2.1.- Generalidades de Electrorretinografía ..	10
2.2.2.- Trabajos realizados por Electrorretinografía	16
3.- Desarrollo de esta investigación	20
CAPITULO II.- MONTAJE Y REALIZACION DE LAS EXPERIENCIAS.	
1.- Introducción	26
2.- Técnica de obtención de electrorretinogramas ..	27
2.1.- Aparatos registradores	27
2.2.- Medios de estimulación	29
2.3.- Conexiones al observador (electrodos)	30
3.- Métodos de registro	32
4.- Observadores	35
5.- Realización de las experiencias	35
5.1.- Influencia de la estimulación del ojo influyente sobre las ondas a, b_1 y b_2 del ojo influido	35
5.2.- Variación de la intensidad del estímulo en el ojo influyente	38

	<u>Pág.</u>
5.3.- Variación de la localización del estímulo en el campo influyente	38
5.4.- Variación de la intensidad del estímulo en el ojo influido	39
5.5.- Variación del tamaño del estímulo en el ojo influido	40
5.6.- Variación de la cromaticidad del campo adaptante	42
5.7.- Variación de la cromaticidad del estímulo en el ojo influyente	44
5.8.- Comparación entre los ERG monocular y binocular	44
6.- Factores que pueden influir en los resultados ..	46

CAPITULO III.- RESULTADOS OBTENIDOS Y SU INTERPRETACION.

1.- Introducción	58
2.- Influencia de la estimulación del ojo influyente sobre la onda a del ERG del ojo influido	60
3.- Influencia de la estimulación del ojo influyente sobre la onda b del ERG del ojo influido	62
3.1.- Variación de la influencia con la luminancia del campo adaptante. ERG escotópicos y fotópicos	63
3.2.- Variación de la influencia con la luminancia del estímulo influyente	68
3.3.- Variación de la influencia con la localización del estímulo influyente	70
3.4.- Variación de la influencia con la intensidad del estímulo en el ojo influido	72
3.5.- Variación de la influencia con el tamaño del estímulo en el ojo influido	75
3.6.- Variación de la influencia con la cromaticidad del campo adaptante	78

3.7.- Variación de la influencia con la cromati- cidad del estímulo influyente	80
3.8.- Influencia de la estimulación del ojo in- fluyente sobre el tiempo de latencia	81
4.- Influencia de la estimulación del ojo influyen- te sobre la onda c	82
5.- Registros con ojo ocluido y comparación de los ERG monocular y binocular	84

CAPITULO IV.- DISCUSION.

1.- Generalidades	166
2.- Interacción neurohumoral	168
3.- Fibras centrífugas	173
4.- Hipótesis	181
CONCLUSIONES	185
BIBLIOGRAFIA	189

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO

1.- Introducción.

Ya de antiguo ha sido preocupación de los científicos que se han dedicado al campo de la óptica, el estudio de la visión en todas sus facetas. Es quizá esta rama de la óptica, la que tiene origen más remoto, por tratarse de uno de los sentidos del hombre, y es natural que despertara su curiosidad el desentrañar el origen de tal fenómeno.

Es sabido que el estudio de la visión ha sido abordado desde tres puntos diferentes, y a él se han dedicado por un lado los físicos, por otro los fisiólogos y por otro los sicólogos. Cada uno ha tratado el tema desde un punto de vista, y es curioso e interesante comprobar como los avances más notables de esta rama del saber se deben precisamente a los casos en los que se han reunido en una misma persona dos o más de estas facetas. Esto es: cuando en uno mismo se ha dado la favorable circunstancia de ser Físico y Médico.

Hoy día los trabajos en equipo van proporcionando esta posibilidad si no de modo personal, sí de modo efectivo. Así se va poco a poco eliminando la frontera entre lo físico, lo fisiológico y lo psíquico y el conocimiento del

fenómeno visual completo empieza a cuajar y a cristalizar en modelos concretos.

El fenómeno de la visión, igual que cualquier otro proceso sensorial del cuerpo humano, entraña un mecanismo extraordinariamente complejo, desde que el estímulo incide en el ser, hasta que de tal hecho se obtiene una sensación y una conciencia. En el caso de la visión, desde que la energía luminosa incide en el ojo hasta que vemos el objeto del que proviene tal energía.

Claramente se distinguen varias partes diferenciadas de este proceso. Así, tenemos primeramente el comportamiento óptico-geométrico del ojo como instrumento óptico formador de la imagen retiniana, sujeto a las correspondientes leyes instrumentales y a los efectos fisiológicos provenientes de la especialísima condición del ojo. A este primer paso de la visión, sigue el proceso captador de la energía por la retina y el transmisor de tal energía al cerebro mediante el sistema nervioso. Finalmente el de interpretación en el cerebro de estos impulsos recibidos. Asombra pensar cómo estos impulsos pueden traducirse en la maravillosa belleza del mundo que nos rodea y más aún, en la posibilidad quizá de actuar mediante excitaciones eléctricas en el sistema nervioso para hacernos ver un paisaje o una flor que no existen.

Los métodos empleados para poder ir penetrando poco a poco en este mundo misterioso que es el proceso vi-

sual, para ir lentamente rompiendo las barreras que se oponen al conocimiento del mismo y para ir pasando las fronteras entre unos y otros procesos parciales, son muy diversos.

2.- La interacción binocular.

Como se ha dicho, el estudio de la visión ha sido abordado ampliamente desde todos los ángulos posibles, y entre ellos, no podía faltar el correspondiente a la visión binocular. Aún dentro ya de este tema, aparentemente tan concreto, pero por otra parte tan amplio, uno de los puntos que ofrecen un mayor interés, por ser hoy día uno de los menos conocidos y salirse de los cauces de la óptica geométrica, (perspectiva, relieve, etc.) para entrar en el terreno de lo puramente fisiológico, y, mas aún, de lo nervioso y psicológico, es el estudio de la influencia que un ojo ejerce en el otro.

Son muchos, a su vez, los puntos que cabe estudiar en este apartado, ya que las influencias aludidas pueden serlo de muchas clases. Este tema ha sido ya tratado abundantemente y conviene hacer un poco de historia, a modo de introducción o puesta a punto del mismo, antes de exponer la aportación a él de nuestro trabajo.

2.1.- Trabajos realizados por métodos subjetivos.

Los trabajos de M. Aguilar y M. Solís (1951) y M. Solís, M. Aguilar y A. Plaza (1953) en el Instituto de Optica, hacen pensar en una mejora del umbral diferencial relativo en función de las luminancias de adaptación del otro ojo, dando unas cifras medias del 14% de mejora en el umbral en caso de luminancias de 209 nits sobre el ojo influyente y una máxima influencia beneficiosa en luminancia similar a la del ojo observador.

Esto coincide curiosamente con recientes investigaciones de Stevens y Diamond (1965) en visión monocular, que encuentran que el efecto inhibitor que un estímulo periférico produce sobre un test central menos intenso, desaparece si las luminancias son iguales en ambos test.

Para bajas luminancias del ojo observador (4,8 nits) la influencia alcanza 17% y su mejora es progresiva al dar incrementos sucesivos a los valores de la luminancia del ojo influyente hasta alcanzar la del observador.

Para luminancias más altas, 1.300 nits, la influencia es menor, del orden del 10%.

Posteriormente, aparece un trabajo de M. Bouman (1955), en el que se cita a Graham (1931), Crawford (1940)

y Pirenne (1943), los cuales niegan la influencia de un ojo sobre el otro, trabajando en el umbral absoluto. (14)

Nosotros hemos encontrado, con este mismo criterio, trabajos de Helmholtz (1924) e Ivanoff (1947) y con un criterio de ligero beneficio los de Wright (1934), Schouten (1939) y Craik (1939). (14)

Por otra parte, Banlet (1939), Cook (1934), Crozier (1939), Shaad (1935), Collier (1954), citados por Bouman afirman esta fluencia. (14)

El propio Bouman, intentando resolver el problema, hace un detallado estudio (y no sólo refiriéndose al umbral absoluto) adscribiéndose al primer grupo. En su trabajo no cita los dos primeros realizados en Madrid, ni los de Dumlap (1921), Elsberg y Spotniz (1938) y Hartridge (1950) (éste igual que algunos de los anteriores trabaja en animales) que favorecen la opinión de existencia de influencia de un ojo en el funcionamiento del otro. Bouman describe unos períodos de predominio de un ojo sobre el otro, ya descritos por Emsley (1948), durante los cuales encuentra lo que él llama una "conducta compleja", debida aparentemente a mecanismos no periféricos y que atribuye a alteraciones de atención. (14)

También, posteriormente, Wolf y Ziegler (1963) encuentran sumación binocular en la periferia, concluyendo: "es de presumir que existe un reforzamiento de los

impulsos desde la correspondiente región de la retina que es responsable de la sumación binocular".

Posteriores trabajos de la Escuela de Madrid: M. Solís, y M. Aguilar (1955) E. Sauras y M. Aguilar (1958) M. Aguilar, E. Sauras y M. Gómez (1963); Aguilar y Sauras (1962) y los mismos autores (1964), siguen dán donos datos obtenidos experimental y psicofísicamente de mejora en las respuestas de un ojo, cuando es influído por el otro.

Una puntualización importante la hace Fiorentini y Radici (1960) al afirmar que este beneficio se obtiene optimamente cuando las zonas de estímulo son las correspondientes.

Wolf y Ziegler (1958) (1959) (1963), en el meridiano horizontal encuentran sumación binocular, mientras que en el meridiano vertical no. De esta sumación binocular y de la variada utilización de sus test (cuadrados y rectángulos) concluyen que es importante para la sumación binocular el grado de superposición de ambos test en la retina y la llegada de impulsos al mismo hemisferio y área.

En el último trabajo de Aguilar y Sauras (1964) se puede leer "puesto que se trata de test menores de 10' la influencia de un ojo sobre el otro no puede ser debida a un cambio en las propiedades integradoras de este

último, sino que tenemos que explicarlo admitiendo bien un cambio en la sensibilidad de las unidades sensoriales primarias (aquellas en las que existe sumación total), bien en una variación en la eficacia de la transmisión al cerebro, o, finalmente por una modificación en la capacidad del mismo para interpretar o asimilar estos impulsos".

(5) Jacobson (1959) cita a Urist (1959) y Brock (1952) para afirmar, basado en los trabajos clínicos con test de postimágenes de estos autores, que sólo son explicables estas interacciones por influencias cerebrales sobre la retina.

(6) Kravkov y Semenovskaja (1933) hacen notar el efecto de breves destellos de luz blanca (o luz roja durante un minuto), en un ojo sobre la visión nocturna del otro, encontrando que el umbral mejora.

De la revisión bibliográfica realizada por Jay (8) le (1950) y de los trabajos de Aguilar y Sauras (Tesis 1962), se desprende que el umbral monocular es hasta 30% más alto que el binocular, para algunos sujetos, de lo que puede inferirse también influencia de un ojo sobre otro.

(10) Le Grand sólo cita la relación 1'2 a 1, y considera más importante esta acción en los conos.

También Jayle hace un resumen de trabajos de la escuela rusa, que admite francamente esta influencia e incluso hace estudios muy bellos y demostrativos con otros sentidos: tacto y oído. (6)

(6) Craik (1938), Elsbey y Spotnitz (1938) y Fechner (1860), aportan casos positivos, así como Ireland (1950) y Thomas (1955), que encuentran diferencias en la FCF binocular según estén en fase o desfasados los estímulos, que sólo se pueden explicar por interacción central.

2.2.- Trabajos realizados por métodos objetivos.

Planteado el problema y vistos los estudios, más representativos sobre el mismo, realizados por métodos subjetivos, vamos a entrar ahora en el estudio de estas mismas cuestiones por métodos electrorretinográficos, que es el método objetivo más empleado hasta ahora en los estudios del fenómeno de la visión.

Esta técnica, dado su carácter objetivo, elimina de los resultados la influencia del factor personal en las apreciaciones visuales, umbrales, etc., y como es la empleada por nosotros, creemos conveniente resumir sus partes fundamentales antes de hacer la revisión de los trabajos sobre interacción binocular realizados con ella.

2.2.1.- Generalidades de Electrorretinografía.

Al igual que sus similares, la electroencefalografía y electrocardiografía, la electrorretinografía nos permite el estudio de las reacciones producidas por los estímulos luminosos a través de las respuestas obtenidas y grabadas en el complejo gráfico llamado electrorretinograma (E R G).

En la electrorretinografía se mide y registra la diferencia de potencial entre la córnea y los tejidos periféricos del ojo, que a su vez es el reflejo de la diferencia de potencial entre la cara externa e interna de la retina, y ésta no es sino la consecuencia de la alteración del potencial de reposo del ojo por efecto de un estímulo lumínico.

Cuando el ojo recibe un estímulo luminoso instantáneo (flash) e intenso, el electrorretinograma presenta un perfil característico cuyas variaciones son función de las condiciones de estimulación, adaptación, etc. del paciente y su estudio constituye la base experimental de la investigación en este campo.

De un modo general se distinguen en él (fig.1) las partes siguientes:

- Una onda negativa de pequeña amplitud que se distingue con la letra a, estudiada desde los

primeros tiempos del E R G. Esta onda puede aparecer desdoblada en dos a_1 y a_2 , traductoras de los procesos fotópico y escotópico. Su amplitud se mide desde la línea isopotencial o línea base, que es la recta que traza la pluma del electrorretinógrafo cuando no hay ningún estímulo luminoso.

- Una onda más acusada, positiva, designada como onda b, de mayor duración, que también puede aparecer desdoblada en las b_1 y b_2 (fig. 2). La onda b_1 o fotópica, es también designada a veces como X. Para medirla hemos adoptado el criterio de los que miden su amplitud a partir de la máxima culminación de la onda a, para obtener más precisión.
- Una onda b negativa y lenta (fig. 1).
- Una onda c positiva y de duración más prolongada. Cuando se mide la amplitud de estas dos ondas se hace a partir de la línea base. Las ondas c, b y a pueden relacionarse a unos procesos designados por P (I) P (II) P (III), según la nomenclatura de Granit, que han sido aislados por estudios microelectrofisiológicos (fig. 3).

Aparte de estas ondas se registran en el elec-

trorretinograma los tiempos transcurridos desde el instante del estímulo (que aparece en otra línea superior que corresponde a otro canal conectado al estimulador), hasta que se acusa la respuesta. Estos son los llamados tiempos de latencia, los más cortos debidos al proceso fotópico (a_1 b_1) y los más dilatados, al proceso escotópico (a_2 y b_2).

También hay que considerar los efectos producidos al final del fenómeno, designados por el vocablo inglés off, admitido universalmente en electrorretinografía animal, y cuya existencia en el hombre, creemos haber establecido nosotros, Aguilar, García-Franco y M^a L. Zabala (1966), pues otros, descritos anteriormente, no tenían verdadera apariencia de onda off y no eran reconocidos por muchos en el hombre.

Las causas a que se atribuyen cada una de estas ondas está todavía en discusión y a continuación damos el estado actual de los conocimientos para las más importantes:

Onda a

Una revisión detenida de la literatura, nos permite hoy afirmar que la inflexión negativa de la línea isopotencial que hemos llamado onda a, tiene una conexión fisiológica con la actividad de los receptores visuales. Sin embargo, esta es sólo la opinión de la mayoría, ya

(b) que algunos, como Byzov (1962), sitúa su origen algo más central y dice, que las células horizontales (asociativas), sin especificar que clase de éstas, son las que dan lugar al componente P_{III} origen de la onda a. Nosotros pensamos que se referirá a las células asociativas mas periféricas. En nuestro trabajo, no hemos intentado desdoblarla en las a_1 y a_2 (fotópica y escotópica).

Onda b

Esta misma revisión sugiere que la inflexión positiva (onda b) parece estar en relación con las corrientes nerviosas entre receptores y ganglionares. Decimos esto de modo tan impreciso porque impreciso es el origen de la onda b y su significado, llegando algunos incluso a decir, quizá exageradamente, que es un epifenómeno.

Lo que parece deducirse con seguridad de la bibliografía, es que se trata de la manifestación electroretinográfica del proceso que ocurre en la retina una vez estimulados los receptores, simultáneo a la salida de los potenciales en espiga por el nervio óptico.

En nuestra investigación hemos separado frecuentemente los componentes (b_1 y b_2) de la onda b.

Como es bien sabido, esta separación de b_1 y b_2 es percibida por tener todos los procesos fotópicos

(b_1), una latencia más corta. Cuando queremos hacer una separación más neta, hemos empleado estímulo rojo.

Onda c

La onda c, del E R G humano, está sujeta a mas controversias que el resto de las ondas descritas, por lo que nos extendemos más en detallar su bibliografía y además al final del trabajo, dedicaremos un punto para dar nuestra opinión después de su estudio en nuestras condiciones experimentales.

La onda c es una característica de ojos con bastones y está ausente en ratas albinas Danis (1959) (6) y Charpentier (1936) . En animales con sólo bastones, o con gran predominio de ellos, la onda c excede a la onda b y según Granit ⁽³⁾ (1947) desaparece con adaptación a la luz no muy grande, lo que hace a éste adscribirla al epitelio pigmentario. Pero este aumetor, así como Noell (1953) y Danis (1959), piensan que aquí pueden entrar en juego otros componentes que hagan desaparecer o modificar ésta.

(6) Menier (1947-1949) señala que la atropina la hace desaparecer e igual encuentran Riggs y Johnson (1949), Dodt (1952) y J. Pearlman (1962) y como esta droga paraliza la pupila, le atribuyen un origen mecánico.

Jayle (1965) encuentra la misma desaparición con una miosis acentuada y después de pensar como factor principal en los potenciales iridociliares, que es lo que se puede deducir de estos trabajos, no descarta algún otro origen conjuntamente con éste. (8)

Noell (1959) en un estudio sobre el origen de las diferentes ondas, en que por medio de métodos químicos va eliminando diversas estructuras celulares, atribuye el origen de esta onda al metabolismo de las células pigmentarias estimulado por el impacto de la luz en el proceso visual. Está de acuerdo con Brown y Wiesel (1958), los cuales, en el gato, y con técnicas microelectrofisiológicas, aseguran que todos los componentes del electrorretinograma se generan dentro de la retina.

(12) Kandori y Tamai (1966) sitúan el origen de la onda c en las proximidades de la membrana de Bruch (límite de la pigmentaria). Este segundo autor la relaciona también con la pigmentaria (1967).

Ondas a, b y c en conjunto

Como resumen, podemos citar a Bain y Martens (1962), los cuales, después de su revisión bibliográfica, dicen: "se deduce (de sus estudios y los de otros autores) que la onda a, se origina en los segmentos ex

ternos de los receptores, la onda b, en un nivel más próximo, cerca de la lámina granulosa interna y la onda c a nivel de la capa pigmentaria". Una conclusión si milar se puede obtener de los trabajos de Brown y Wiesel (resumidos en 1958).

Igualmente Sickel (1961) resume "su" concepto del E R G diciendo que "parece que el electrorretinograma representa las propiedades de un pool metabólico alimentado por procesos de obtención de energía y consumido por estímulos que inducen a actividad".

Y como final para la comprensión gráfica de lo dicho hasta ahora se presenta la figura 4 modificada de Noell.

Las flechas cortas nos dan una idea de los pasos que puede seguir la excitación y sus epifenómenos y las largas curvadas, el origen de las ondas.

Otras variaciones de la línea isopotencial como el efecto off, potenciales oscilatorios y onda b-, no son de interés para nuestra presente investigación.

2.2.2.- Trabajos realizados por electrorretinografía.

Se pueden seguir las siguientes condiciones de trabajo:

A.- Estimular un ojo adaptado a la oscuridad y registrar el contralateral ocluido. Mismo estado de adaptación en ambos ojos.

B.- Estimular y registrar un sólo ojo adaptado a la oscuridad y luego registrar ese mismo ojo pero estimulando los dos. Mismo estado de adaptación en ambos ojos.

C.- Registrar un ojo permaneciendo el contralateral sometido a un cierto estado de adaptación. Distinto estado de adaptación en ambos ojos.

En condiciones A, se encuentran en la bibliografía trabajos tales como los de Motokawa y Mita (1942) (6) Karpe (1945), Monier (1946), Dodt (1951) y Anerbach (1965), los cuales observan una respuesta que hemos comprobado en el observador que se da en la fig. 5 del cap. III, y que consiste en una deflección negativa y lenta relativamente, que correspondería a una onda b- del otro ojo, o a una, a modo de imagen en espejo, con ligero retraso. Todo ello se da en el mismo observador y en diferentes momentos, sin una relación clara con el estado de adaptación, intensidad, etc. Karpe y Monier la atribuyen al reflejo consensual de la pupila, puesto que al parecer, desaparece por la dilatación atropínica de la misma.

Esta onda es encontrada por la mayor parte de los investigadores que se han referido a este problema,

si bien, con interpretaciones diferentes. P.E. Fiorentini y Feedman (1963), Muller Limmroth (1958) y Ponte y Monaco (1963), ya no le asignan un origen pupilar, sino que la atribuyen a efectos de procesos eferentes del sistema nervioso central.

Horsten y Winkelman (1962) la obtienen al extinguir el electrorretinograma por hiperpresión sobre el ojo. Fujino y Hamazaki (1957) la obtienen en animales seccionando las vías ópticas y aún enucleado el ojo.

Esto está de acuerdo con los trabajos realizados por Fujino y Hamazaki (1957), que obtienen estas ondas seccionando el quiasma.

Nosotros hemos hecho también unas experiencias en estas condiciones y los resultados se dan en el punto 5 del capítulo III.

En las condiciones B, llamamos E R G monocular cuando nos encontramos en el primer término de la comparación y E R G binocular en el segundo.

En estas condiciones Wirth (1950-1951), Motokawa y col. (1956) y Anerbach (1961) encuentran disminución de amplitud de la onda b en el E R G bilateral.

Shortess (1963) ve en ciertas circunstancias un aumento del componente negativo (P III) del E R G intrarretiniano si se acompaña de la estimulación del

otro ojo. Por medios experimentales descarta influencias espureas y lo atribuye a interacción neural.

Por otra parte Ucherman (1955), Bagolini (1955) y Ponte y Monaco (1963) dicen no encontrar diferencias entre el E R G binocular y monocular.

Jayle (1965) conociendo estos resultados, estudia 20 casos y no encuentra variación entre mono y binocular en 9 casos y en 11 por el contrario sí, en el sentido de una disminución en el binocular.

En nuestro trabajo hemos hecho un pequeño estudio de este caso, como parte adicional a los estudios fundamentales y los resultados se dan en el punto 5 del capítulo III.

En las condiciones C, sólomente hemos hallado un trabajo de Hellner (1964), que por cierto tampoco menciona ninguna cita que aborde el tema tratado de este modo. Sus resultados se discuten al interpretar los nuestros.

Sin embargo, la necesidad de seguir este camino la hemos encontrado en otros investigadores, como Van der Brink y Reijntjes (1966), que piensan en un mecanismo de facilitación intrarretiniano, pero dicen no poder llegar a conclusiones de exclusión de otros fenómenos, mientras no se estimule un ojo con un test y el

otro con otro, diferente. Por su parte, Anvich-Jamenson (1961), recordando la ley de Fechner-Paradox, apunta ya el uso de diferentes intensidades en los dos ojos, para dar lugar a más marcada evidencia de interacción binocular.

Esto precisamente nos condujo a plantear nuestro trabajo fundamental en estas condiciones C, tal como se detalla a continuación.

3.- Desarrollo de esta investigación.

Dado el valor que tanto en investigación, como en clínica, estaban adquiriendo los descubrimientos y teorías basados en la electrofisiología de la visión, nos propusimos (hacia el año 1964) hacer esta tesis doctoral empleando tan interesantes técnicas, sobre interacción binocular en condiciones de diferente estado de adaptación en uno y otro ojo.

A partir de entonces las etapas se han ido sucediendo hasta el feliz término de esta idea, y principalmente han sido tres:

La primera fue la más ingrata por lo poco visible de su fruto y fue la adquisición y puesta en funcionamiento de los medios para obtener electrorretino-

gramas, con estudio de bibliografía sobre problemas en el funcionamiento de estos aparatos. Duró todo el año 1965.

La segunda etapa fue la más atractiva, ya que rápidamente encontramos resultados y se empezó el estudio sistemático del fenómeno, se hizo acopio de datos y comprobamos como, además, el montaje daba el rendimiento deseado. Comprende el año 1966 y principios del 67.

La tercera, que podríamos calificar de ardua, consistió en el estudio de estos datos desde diferentes puntos de vista; estudiar bibliografía sobre la interpretación y antecedentes del fenómeno y dar cuerpo a la interpretación. Comprende finales del 66 y 1967.

A lo largo del trabajo llamaremos "ojo influído" aquel del que obtenemos los E R G y el estímulo que da lugar a éste: estímulo e, y "ojo influyente", aquel (contralateral), en el cual se realizan las condiciones cuya influencia en el anterior se trata de determinar, estimulándolo en una zona determinada de la retina (generalmente la fovea) con una luz que llamaremos estímulo influyente o simplemente e_1 .

El estudio se ha hecho para distintas condiciones experimentales que permiten aclarar los siguientes aspectos del problema:

- influencia de la perturbación sobre las ondas a, b y b_2 en condiciones escotópicas y fotópicas.
- influencia de la luminancia del estímulo e_1 sobre la perturbación de la onda b.
- influencia de la localización del estímulo e_1 sobre la perturbación de la onda b.
- influencia de la intensidad del estímulo e sobre la perturbación de la onda b.
- influencia del tamaño del estímulo e sobre la perturbación de la onda b.
- influencia de la luminancia del campo adaptante sobre la perturbación de la onda b.
- influencia de la cromaticidad de los estímulos y campo adaptante sobre la perturbación de la onda b.
- influencia del estímulo e_1 sobre la onda c.

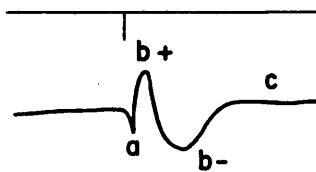


Fig. 1

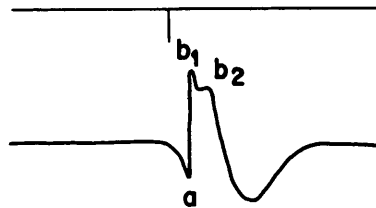


Fig. 2

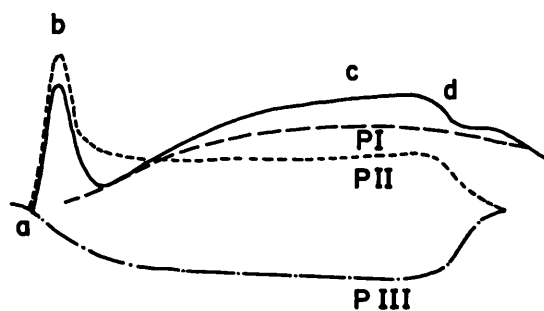


Fig. 3

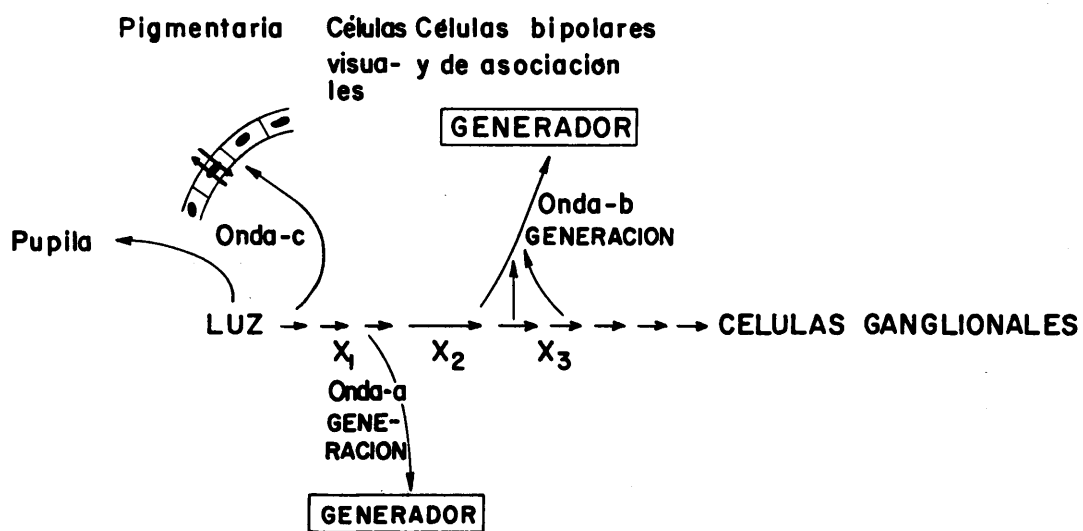


Fig. 4

CAPITULO II

MONTAJE Y REALIZACION DE LAS EXPERIENCIAS

1.- Introducción.

Las dificultades de puesta a punto de la técnica fueron grandes, basadas a veces en pequeños detalles técnicos, y a continuación damos una sucinta idea de algunas de ellas.

En el primer año, sin encontrar gran diferencia en la forma de actuar, en los últimos meses era normal que de los datos suministrados durante 30 ó 45 minutos, sólo se desperdiciase el 10% (en el año siguiente se redujo al 1%); mientras que en los primeros meses, sólo se aprovechaba esa misma cantidad.

Encontramos los primeros escollos en la puesta de electrodos, hasta llegar a la forma actual de ponerlos en que ya no entrañan ninguna dificultad.

También el aislamiento del observador, dado que al radicar el montaje en el mismo edificio que un microscopio electrónico y aparatos de similar envergadura, nos hizo imprescindible instalar una tierra sólo para el montaje nuestro.

La forma de instruir al paciente u observador para que no introdujera registros espureos entre los datos, fué otra dificultad que hubo que vencer.

Igualmente lo fueron los líquidos a emplear en el observador, bien para que los contactos fuesen mejores, bien para la desinfección del material y las sensibilidades y otras características del aparato, para sacarle el rendimiento máximo.

2.- Técnica de obtención de electrorretinogramas.

Hoy, todo resuelto, vamos a exponer la técnica empleada (que se expone esquemáticamente en la fig. 1) fruto de esta experiencia, para la obtención de electrorretinografías humanas, describiéndola en los siguientes apartados.

- 1.- Aparatos registradores
- 2.- Medios de estimulación
- 3.- Conexiones al observador.

2.1.- Aparatos registradores.

a). Un electroencefalógrafo Grass modelo 6 (fig. 2) con la versatilidad suficiente para las condiciones de utilización necesarias, y que ha sido empleado

en las siguientes condiciones:

Amplificador: mezcla de transistores y lámparas miniatura con filtro de 50 ciclos.

Filtro de baja frecuencia en 1 y el de alta generalmente en 70.

La sensibilidad en μv variable entre 10, 15, 20, 30 y 50 μv ctm. con una precisión del 2%.

La línea base en su posición mecánica normal.

A una velocidad de 100 mm/seg. en los momentos de registro y diez veces menor en los intervalos.

El sistema de registro es por pluma con 1 pulgada por canal.

Posee un panel selector de canales que nos permiten en cualquier momento hacer la combinación deseada entre electrodos y calibrar o dejar fuera de servicio en cada operación y en el momento adecuado, cualquier electrodo o par de ellos.

Entrada para registrar el momento del estímulo, que funciona con corriente alterna de 50 ciclos 117 voltios sin que el registro se influya por variaciones en voltaje entre 105 y 130 voltios.

b). Oscilógrafo Hewlett-Packard, modelo 140 A.
La señal de este aparato pasa primero por uno de los am-

plificadores del aparato anterior con las mismas sensibilidades que en los registros directos.

Recibe por un lado de los dos canales la sincronía del fotoestimulador y por otro la señal objeto de estudio.

Trabajamos con sensibilidades comprendidas entre 1 voltio y 20 mv/centímetro a una velocidad de barrido entre 0,2 y 5 mseg/cm.

Las conexiones se pueden ver con más detalle en el esquema de la figura 1.

2.2.- Medios de estimulación.

a). Para la estimulación del observador disponemos de dos aparatos Grass, modelo PS2, con frecuencias de trabajo entre 1 y 100 flash por segundo, con 10 microsegundos de duración. Pueden conectarse a los dos aparatos registradores, de forma que produce en ellos una onda síncrona con el estímulo, como se puede ver en la figura 1.

Disponemos de cinco intensidades diferentes con una escala arbitraria en que cada una es el doble de la anterior especificadas como I_1 I_2 I_4 I_8 I_{16} . Se pueden producir trenes de dos ondas con una separación entre 15 y 150 milisegundos.

En la cabeza del flash se ha situado un disposi-

tivo que nos permite variar a voluntad, y de forma muy versátil, el tamaño del estímulo en el ojo influido y la intensidad por medio de filtros decádicos.

También hemos añadido un accesorio para conseguir estímulos con intervalos de 4 segundos que es de la forma que habitualmente trabajamos.

b). El flash aparece en el centro de una esfera de 50 cm. de radio pintada de blanco con pintura difusora e iluminada por dos dispositivos en la parte superior que nos permiten establecer campos de 0,13; 1,25; 5 y 12 nits y variar los colores de éstos.

El observador se fija por una mentonera y un reposa frente a la distancia y altura deseada del estímulo y campo.

c). A esta mentonera se fija un dispositivo que produce un campo deslumbrante que fotometrado subjetivamente es de 8.000 nits aproximadamente, y de un diámetro de 7° que se puede variar de intensidad y cromaticidad por filtros grises y de color.

2.3. Conexiones al observador (electrodos).

a). Electrodo cutáneo de plata: Son los llamados de contacto, corrientes en electroencefalografía en U.S.A.

b). Electrodo oculares: según modelo Allen-Bu-
rian. Constan de un blefarostato sobre el que se fija
un soporte (lente corneal) que muellea sobre la córnea
con precisión leve y constante y en cuyo borde lleva en-
gastado un anillo que es el elemento activo propiamente
dicho.

c). La colocación de estos dos elementos es,
en nuestra experiencia, fundamental y delicada, hasta el
punto de que una vez resueltos por la experiencia los
múltiples y pequeños detalles que requiere el manejarlos,
se reduce de forma asombrosa el número de electrorretino-
gramas fallidos o inservibles (Fig. 3).

Para fijar los electrodos cutáneos a la piel,
intercalamos una pasta conductora y luego simplemente con
papel adherente se mantiene en posición.

El corneal se mantiene solo, pero tanto éste,
como los anteriores deben ser liberados del peso de los
hilos conductores mediante fijación de éstos al paciente.

Los malos contactos ó la movilidad de los elec-
trodo pueden producir en el registro ondas espúreas de
tal categoría que inutilicen la sesión por completo ó la
reduzcan en gran parte.

Para controlar el contacto disponemos de una
resistencia de 10.000 ohmios que introducida entre dos
electrodos, el ohmmetro que lleva el aparato debe marcar

ese valor, y luego una vez colocado el paciente en su forma definitiva, con el mismo aparato se debe encontrar una resistencia similar entre los electrodos diversos, y desde luego, no pasar de 25.000.

El paciente está conectado a tierra, así como todo lo que le rodea al igual que todos los aparatos que utilizamos y todos ellos a la misma tierra.

Como se ha dicho, ésta es especial para este montaje, ya que la general del Instituto no valía, debido a los múltiples aparatos que descargaban en ella.

3.- Métodos de registro.

Primeramente explicamos al observador un poco en qué consiste la experiencia y le tranquilizamos. Para ello, sirve una breve exposición de que lo que hace funcionar a los aparatos y que lo que se registra, es la corriente ó energía que se produce en su ojo por la iluminación y que a él no le va a producir ningún efecto, ni sensación. Todo ello explicado de forma mesurada y tranquilizante y dándole seguridad con nuestra conducta.

Posteriormente, le exponemos lo que esperamos que él haga en el mismo tono convincente.

Y ya, sin más, pasamos a instilarle unas gotas

de anestésico en cada ojo.

Mientras hace su efecto, vamos desengrasando la piel de las zonas donde vamos a colocar los electrodos y colocándolos.

En este tiempo hemos mantenido una luminancia de 30 nits como preadaptación, que comprende los 5 minutos empleados en la conversación y los dos minutos empleados en la colocación de los electrodos cutáneos.

En este momento colocamos el electrodo en el ojo en lo que se viene a tardar 1 minuto, situando al paciente en las condiciones experimentales del caso.

Antes de pasar más adelante, se mide la resistencia entre electrodos, se revisan las perturbaciones y se corrigen los defectos encontrados en las conexiones efectuadas, si los hubiese, empezando a contar la adaptación en el momento en que todo va como deseamos.

Durante la adaptación, se comienza el control para lo que se hace un registro de un estímulo conocido (onda rectangular de 200 μ v) con las diferentes sensibilidades a emplear (o de posible empleo) en esta sesión; registro que quedará unido al resto de los datos.

Pasado este período de adaptación comienza lo que llamamos "sesión".

Una sesión es el conjunto de datos facilitados

por un observador en cuarenta minutos seguidos de registro o menos, pero siempre con una unidad de fines.

Esta sesión se divide en "series" de 12 a 20 Electrorretinogramas (la mitad sin perturbación y la mitad con ella), separadas por cuatro minutos aproximados de descanso. Su duración es de un minuto escaso y se denominan por el minuto en que se realizan.

Así, por ejemplo, una "sesión" estaría formada por las "Series" 1 , 5 , 9 , 13 , 17 , 21 , 25 , 29 , 33 .

A cada observador le asignamos una clave que consta de una letra propia de cada uno y un número que indica la sesión. Por ejemplo, B₁₂ quiere decir que al observador B le hemos realizado por lo menos 12 sesiones y que ésta es precisamente la utilizada en la parte de la investigación de que se trate.

Finalizado el registro de la experiencia, se comprueba que el aparato mantiene el mismo valor a 200 y 20 v, y se da por terminada la obtención de datos.

Nada más acabar, se recoge el papel utilizado y se corta para clasificar lo válido, poniendo en cada página los datos fundamentales de la experiencia y grapándolo.

Posteriormente sobre el mismo papel se va po-

niendo los milímetros que abarcan las ondas a (a_1 y a_2 si el registro nos lo indica) las ondas b (b_1 y b_2), la onda c, etc., con una aproximación de 0,25 mm.

Después, en uno de los papeles diseñados al efecto (fig. 4) se van pasando los datos de este material exhaustivamente, desde el nombre del observador, fecha y hora hasta los factores constantes y variables de cada caso y las medidas de cada onda.

En la casilla correspondiente se colocan las medidas de cada serie que luego se transforma de mm. en μ v., y se hace un pequeño comentario de las incidencias de la sesión.

4.- Observadores.

Para todas las experiencias hemos utilizado 30 observadores útiles de 17 a 23 años con muchos de los cuales hemos llegado a más de veinte sesiones. En todos ellos se ha comprobado el perfecto estado de su aparato visual, tanto fisiológicamente como ópticamente.

5.- Realización de las experiencias

5.1.- Influencia de la estimulación del ojo influyente sobre las ondas a , b_1 y b_2 , del ojo influido.

En las medidas realizadas en la oscuridad se mantenía el ojo en ésta durante 15' (preadaptación), a continuación se le colocaban los electrodos utilizando la menor luz posible, siempre roja, y se le sometía luego a una nueva adaptación a la oscuridad de 20 minutos, al final de la cual se empezaban las medidas.

En las medidas realizadas a nivel fotópico (30 nits) la preadaptación era de 5 minutos y otros 5 de adaptación.

El tiempo de duración del estímulo es de 10 micro-segundos y el ángulo subtendido de $5^{\circ}43'$.

Las intensidades varían desde I_1 , adicionado de 2 filtros decádicos, para medidas en la oscuridad, hasta I_{16} en las pruebas fotópicas.

Para separar las ondas b_1 y b_2 se repitieron las experiencias con filtro rojo en el estímulo, para 5 observadores (E, H, L, N, P).

Primeramente se emplearon las siguientes luminancias del campo adaptante: 0,13; 1,25; 5 y 12 nits. El estímulo de $8^{\circ}16'$ de tamaño y varias intensidades. El estímulo perturbador de 8.000 nits.

Se emplearon los 3 observadores:

Obs. U. en 4 sesiones (U_8 U_9 U_{10} U_{11}) 54 series con intensidades I_1 I_2 I_8 , con 228 Electrorretinogramas.

Obs. L. en 6 sesiones (L_{14} L_{15} L_{16} L_{17} L_{20} L_{21}) se hicieron 96 series con un total de 376 Electrorretinogramas con intensidades I_1 -2d; I_1 -1d; I_1 ; I_4 ; I_8 , I_{16} .

Obs. X. en 3 sesiones (X_5 X_6 X_7) 48 series con un total de 288 Electrorretinogramas con intensidades I_1 ; I_2 ; I_4 ; I_8 .

Para extender el dominio a la oscuridad se realiza para el obs. L, la siguiente experiencia:

En la oscuridad con varias intensidades del estímulo I_1 con dos filtros decádicos, I_1 con 1d; I_1 ; I_4 ; I_8 e I_{16} , se obtuvieron un total de 164 Electrorretinogramas en 28 series y en dos sesiones y con una luminancia de 0,13 nits en el campo adaptante, 40 Electrorretinogramas en 4 series.

También se utilizaron los siguientes observadores:

Obs. A. en una sesión (A_5).

Obs. E. en dos sesiones (E_2 y E_5).

Obs. G. en una sesión (G_1)

Obs. H. en una sesión (H_4).

Obs. L. en dos sesiones (L_1 y L_5).

Obs. N. en tres sesiones (N_1 N_4 N_6).

Obs. P. en dos sesiones (P_1 y P_2).

Obs. R. en una sesión (R_8).

El total de E R G obtenidos fué de unos 400, en estos 8 obs.

5.2.- Variación de la intensidad del estímulo en el ojo influyente.

Durante toda la experiencia permanecía constante la luminancia (12 nits) del campo de adaptación y el tamaño del estímulo ($8^{\circ}16'$). Por medio de los filtros neutros, se variaba la intensidad de la perturbación, pasando entre 0,8 nits y 8.000 nits.

Obs. B, en tres sesiones (B_{12} B_{13} B_{14}) en 22 series con un total de 120 E R G.

Obs. C, en tres sesiones (C_1 C_2 C_3) 18 series con un total de 108 Electrorretinogramas.

Obs. S, en tres sesiones (S_1 S_2 S_3), 21 series, con un total de 126 Electrorretinogramas.

5.3.- Variación de la localización del estímulo en el campo influyente.

Campo de adaptación con 12 nits de luminancia. Estímulo de $8^{\circ}16'$. Estímulo perturbador blanco y de 8.000 nits.

En una primera parte se realizaba un registro con los estímulos en ambos ojos en zonas correspondientes (fovea) y otro en zonas no correspondientes (ojo influen-

ciado en la fovea y ojo influyente a 45° de la fovea).

En una segunda parte se realizaba una experiencia análoga, pero estando situadas las zonas en el caso de correspondientes a 45° de la fovea.

Se distinguen los dos casos por las iniciales:

CL (con perturbación lateral)

CC (con perturbación correspondiente)

En esta experiencia utilizamos 5 observadores:

Obs. V. con 4 sesiones (V_6 V_7 V_8 V_9) y 80 series de 6 Electrorretinogramas. Total 480.

Obs. T. 3 sesiones (T_1 T_3 T_4) en 60 series de 260 Electrorretinogramas.

Obs. S. en 1 sesión (S_4) de 14 series con 84 Electrorretinogramas.

Obs. F. en 1 sesión (F_4) de 26 series, con 156 Electrorretinogramas.

Obs. U. en 1 sesión (U_{15}) de 20 series, con 120 Electrorretinogramas.

5.4.- Variación de la intensidad del estímulo en el ojo influidó

En esta experiencia permanece constante la lumi-

nancia (12 nits) del campo de adaptación, y el tamaño del estímulo $8^{\circ} 16'$, variando su intensidad de I_1 a I_{16} . Estímulo perturbador de 8.000 nits.

Se utilizan 8 observadores:

Obs. Z. en 2 sesiones (Z_1 Z_2) con 200 Electrorretinogramas de 10 series, con 100 Electrorretinogramas.

Obs. H. con 2 sesiones (H_8 H_9) de 10 y 16 series con 260 Electrorretinogramas.

Obs. L. con 3 sesiones (L_{10} L_{11} L_{12}) de 8, 10 y 10 series respectivamente, con 280 Electrorretinogramas.

Obs. X en 1 sesión (X) de 10 series con 100 Electrorretinogramas.

Obs. V en 8 sesiones (V_4 V_5 V_6 V) de 8 dos y otras dos de 10 series, con 260 Electrorretinogramas.

Obs. O. en 1 sesión (O_{12}) de 10 series con 100 Electrorretinogramas.

Obs. V. en 1 sesión (V_2) de 16 series, 160 Electrorretinogramas.

5.5. Variación del tamaño del estímulo en el ojo influido.

Permaneciendo constante la luminancia (5 nits) del campo adaptante se juega con dos intensidades I_8 e I_{16} . La verdadera variante es el tamaño del estímulo que

se ha tomado sucesivamente de 1° , $3^{\circ} 49'$, $5^{\circ} 43'$, $8^{\circ} 16'$ y $16^{\circ} 26'$.

En esta experiencia se han utilizado 11 observadores:

Obs. X. en 2 sesiones (X_{11} X_{12}) de 18 series de 6, en I_8 y 16 en I_{16} , con 192 Electrorretinogramas.

Obs. O. con 2 sesiones (O_1 y O_2) 10 en I_8 y 12 en I_{16} .

Obs. F. con 2 sesiones (F_5 F_6) de 14 series en I_8 y 18 en I_{16} , con 192 Electrorretinogramas en total.

Obs. T. (T_2) de 10 series en I_8 y 4 en I_{16} , con 84 Electrorretinogramas.

Obs. C. (C_4) en 10 series en I_8 y en I_{16} , con 72 Electrorretinogramas.

Obs. H. (H_{11}) en 10 series en I_8 y en I_{16} , con 96 Electrorretinogramas.

Obs. B. (B_{17}) en 14 series de I_{16} , con 84 Electrorretinogramas.

Obs. U. (U_{16}) en 12 series de I_8 y I_{16} , con 108 Electrorretinogramas.

Obs. J. en dos sesiones (J_2-1 y J_2-2) de 22 series de I_8 y 2 de I_{16} , con 144 Electrorretinogramas.

Obs. J. en dos sesiones (J_1-1 y J_1-4), 28 series de I_8 y 4 de I_{16} , con 192 Electrorretinogramas.

Obs. K. dos sesiones (K_1 K_2) con 16 series de I_8 y 16 de I_{16} , 182 Electrorretinogramas.

5.6.- Variación de la cromaticidad del campo adaptante.

En esta experiencia hemos tenido que cambiar el tamaño del estímulo habitual por el de 16^0 26' y utilizar la intensidad I_{16} (y en algunos casos I_8), debido a la menor respuesta obtenida al emplear filtros de colores.

Para la iluminación del campo adaptante, que es el que cambiamos alternativamente, permaneciendo el resto constante, hemos utilizado dos filtros (uno para cada dispositivo de iluminación de éste): marca Ilford nº 609, para el campo rojo, y otros dos azules de la misma marca nº 602, para el campo azul. Sus transmitancias espectrales se dan en la Fig. 5.

Se han elegido de modo que en fotómetro subjetivo produjeran la misma luminancia.

En el estímulo hemos empleado un filtro de plástico rojo con la transmitancia dada en la Fig. 5.

El estímulo perturbador es blanco de 8.000 nits.

Estos filtros los hemos escogido no de modo caprichoso, sino pensando en que fuesen suficientemente se-

lectivos y al mismo tiempo, que permitieran pasar suficiente energía para que los registros fueran mensurables.

Hemos utilizado once observadores:

Obs. F con 32 series de dos sesiones (F_1 F_2) con un total de 192 Electrorretinogramas, con intensidades de I_8 e I_{16} .

Obs. V. en una sesión (V_5) de 16 series con un total de 96 Electrorretinogramas con I_{16} e I_8 .

Obs. A. (A_{13}) en una sesión de 16 series y 96 Electrorretinogramas, con intensidades de I_8 e I_{16} .

Obs. O. (O_{15}) igual que el anterior.

Obs. B. (B_{15} B_{16}) en dos sesiones, 26 series y 156 Electrorretinogramas, con intensidades I_8 e I_{16} .

Obs. X. en una sesión (X_8) de 12 series y 72 Electrorretinogramas, con I_{16} .

Obs. E. (E_{16}) en una sesión de 6 series y 26 Electrorretinogramas en total, con I_{16} .

Obs. L. (L_{18}) en una sesión de 10 series y 60 Electrorretinogramas en total, con I_8 .

Obs. H. (H_{10}) en una sesión de 12 series y 72 Electrorretinogramas en total, con I_8 .

Obs. U. (U_{13}), igual al anterior.

Obs. U. (U_{14}) en una sesión de 16 series y 96 Electrorretinogramas en total, con I_8 .

5.7.- Variación de la cromaticidad del estímulo en el ojo influyente.

Para el campo adaptante hemos utilizado dos filtros rojos Ilford 608 (fig. 5).

Para el estímulo en el ojo influyente los filtros 602 y 609 Ilford antes descritos, alternativamente.

Para el estímulo en el ojo influido, el filtro 608 rojo.

Para este estímulo se emplearon 5 observadores:

Obs. F. en tres sesiones (F_6 F_7 F_8) en 42 series con un total de 168 Electrorretinogramas con I_{16} y 48 con I_8 .

Obs. J. (J_1-2 J_1-3) en 24 series de dos sesiones y 120 Electrorretinogramas con I_8 y 12 con I_{16} .

Obs. L. (L_{19}) en una sesión de 6 series con 48 Electrorretinogramas en total y con I_8 .

Obs. B. (B_{18}) en una sesión de 8 series y 98 Electrorretinogramas con I_8 y 12 con I_{16} .

Obs. J. (J_2-3), igual al anterior.

5.8.- Comparación entre los E R G monocular y binocular.

Se ha realizado con 8 observadores y seis se-

ries de 20 electrorretinogramas cada una, diez monoculares y diez binoculares. Cambiando el orden de comienzo de cada serie se utilizan de éstas, sólomente las series con una dispersión media de 1 mm, o menos.

El tiempo de preadaptación a la oscuridad era de 20 minutos y la adaptación a la oscuridad después de poner los electrodos, de 15 minutos.

El test subtendía un ángulo de 6° y estaba colocado a 40 cm. de distancia. La intensidad más adecuada a nuestro aparato registrador, variable para cada observador, se determina por previos ensayos.

Se intentó también obtener electrorretinogramas en un ojo no estimulado con un observador entrenado, en el que bajo un casquete de papel fotográfico negro pegado a la cara del observador, se situó un electrodo de los utilizados habitualmente.

La preadaptación, adaptación y estímulo es similar al estado anterior, con intensidad de I_1 . El estímulo sólo es posible percibirlo con un ojo, pero se registra en los dos simultáneamente.

Se realizan 2 sesiones de 5 series, en total 100 electrorretinogramas.

6.- Factores que pueden influir en los resultados.

Factores Subjetivos:

Desde el punto de vista del observador, aunque existen estudios de la influencia del entrenamiento y atención, etc., los factores subjetivos propiamente dichos, o sea la influencia que pueda tener el juicio del paciente sobre la interpretación de los resultados, es nula.

Si pasamos al investigador, entonces la influencia ya juega algún papel en medidas medias, etc., pero este papel no es mayor que en la investigación más objetiva.

Esto se comprende bien, pero además hemos realizado la misma persona todas las medidas, con el objeto de que siempre el criterio fuese el mismo y por ello decidimos no considerar estos factores.

Factores Objetivos:

a) Causas de error fisiológicas

Estas causas prácticamente se pueden considerar despreciables desde el punto de vista de dimensiones de las ondas, dado que nos expresamos en valores relativos (cocientes y tantos por ciento de incremento).

Por ejemplo, si un observador un día está nervioso, no ha dormido, etc., este trastorno se manifestará en una peor línea de base, un porcentaje de registros inútiles, mayor que el habitual y una mayor dispersión de los valores absolutos.

Nosotros consideramos inútil toda línea base que sea peor que la de la figura 6 y todo electrorretinograma que ofrezca dudas de su medida. Además, como el número de electrorretinogramas es relativamente elevado y cada dato es el resultado de hacer la medida en un buen número de ellos (que cumplan las condiciones que hemos establecido, o sea línea base buena y de medida segura), podemos pensar, como hemos hecho, que el error de este origen es despreciable.

b) Causas de error mecánicas.

1º. Debidas al aparato: las hemos podido corregir, prácticamente de forma total, al hacer un registro al principio y final de la serie de una onda conocida (200 v y 20 v) y comparando el resultado de este valor, dado en milímetros, con el resto de la experiencia.

2º. Conexiones aparato-observador: estas conexiones (electrodo-aparato registrador y piel-electrodo-aparato registrador) influyen en la línea base (con lo que se dificulta la medida por alteraciones del complejo electrorretinográfico) y en la aparición de ondas espú-

reas. Para eliminar esta causa de error no hacemos ningún registro en que encontremos más de 20.000 ohmios de resistencia, comprobado por el ohmmetro o por una línea base con perturbaciones no superior a la de la figura 6.

3º. Efectos de la luz parásita que provenga del estímulo perturbador:

Esto es muy importante: a) porque la luz difusa que produzca podría enmascarar o falsear resultados.

Así en los trabajos en la oscuridad podría perturbar de forma que hiciera bajar la amplitud de la onda al disminuir la adaptación.

Teniéndolo en cuenta, en un mismo observador (L_{20}) hemos hecho medidas con I_4 en la oscuridad y en campo adaptante de 0,13 nits de luminancia. En el primer caso obtenemos registros de 500 v de media y en el registro 470 v, lo que supone un 6% menos, mientras que en la misma sesión la reducción producida por la perturbación en el otro ojo con el I_4 de intensidad fué de un 10%.

Visto esto y que la diferencia de luminancia es mucho mayor que la que podría difundirse desde el aparato productor de la luz de perturbación, teniendo todas las precauciones que tenemos, se puede descartar este efecto.

Evidentemente para los casos de adaptación a niveles superiores, aún escotópicos, la luz difundida por la perturbación es prácticamente inmedible y la reducción se mantiene.

En los casos que hay aumento o favorecimiento de la respuesta, no hay duda que no puede intervenir este factor, pues su efecto sería el contrario al hallado.

b) porque por la posición con respecto al ojo en sí, es imposible eliminarlo como error, aunque hemos intentado reducir ésta al mínimo, dado que pequeños cambios de posición en la cabeza etc., pueden producir descentramientos.

Pero si tenemos en cuenta que utilizamos valores relativos y que en los resultados no se ven discor-
dancias, y sí sólo algunas variaciones cuantitativas, no cualitativas, podemos considerarlo influyente, pero no perjudicial al estudio de este fenómeno, en los ámbitos a que nos hemos circunscrito voluntariamente.

4º. Posición de la pupila: todo lo que hemos dicho en el apartado anterior, punto b, podría repetirse aquí diciendo que es imposible impedir que en determinado instante la pupila artificial no quede centrada con la del ojo.

Esto sería también responsable de que en algunos casos los valores absolutos sean un poco sorprenden-

tes, pero como estos casos ocasionales, en toda la extensión de la palabra, no hemos encontrado ninguna razón científica para no prescindir de ellos en cuanto a valorar los resultados generales y definitivos.

5º. Problemas de fijación: no se han podido detectar en ningún caso, por lo que no hay que considerar errores debidos a esta causa.

6º. Difusión de la luz de un ojo al otro: en cuanto a esta posibilidad a través de los tejidos, no tenemos duda al decir que no es de tener en cuenta, ya que descentrado en dirección al otro ojo, la luz perturbadora, al no incidir en la pupila del ojo influyente, el efecto se minimiza de tal manera que en el mismo momento nos damos cuenta en el registro, del descentramiento y corregimos el defecto técnico. Con ésto huelgan más palabras sobre ello, ya que al ocurrir ésto, lo lógico sería que la influencia aumentara si la difusión produjera efectos.

7º. Errores de equivocación de datos: están en nuestro caso eliminados dentro de lo humanamente posible por técnica, ya que todos los registros y protocolos se escriben hasta el detalle más fútil en apariencia.

8º. Error de método: por último, vamos a hacer una pequeña tabla de los significados que corresponden al error de 0,25 mm, en los valores absolutos de las me-

didas, que es el límite que podemos apreciar, o sea el error del método según las sensibilidades.

En sensibilidades de 10	0,25 mm = 2,5 μ v
" " 20	0,25 mm = 5 "
" " 30	0,25 mm = 7 "
" " 50	0,25 mm = 12,5 "

lo que representa que el valor obtenido tiene un error de medida de $\pm 2,5$ a $12,5 \mu$ v.

Pero como los valores de $12,5 \mu$ v de error, que son los mayores y únicos con alguna significación, se dan donde las medidas que alcanzan alrededor de 500μ v se vé la gran exactitud del método.

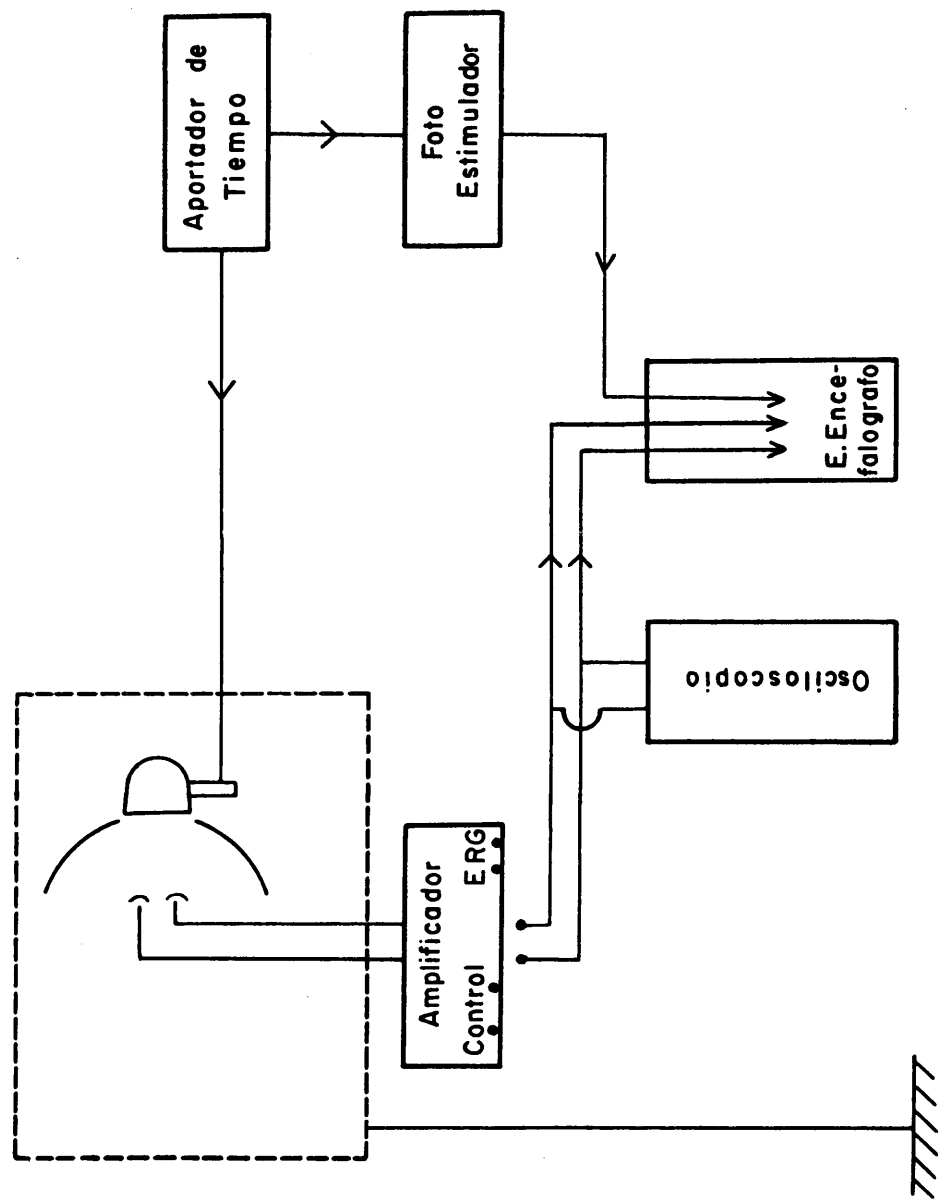


Fig. 2 -I



Fig. 2-2



Fig. 2-3

C.S.I.C INSTITUTO DE OPTICA
ELECTRORETINOGRAFIA

Factores constantes: _____ Observador _____
 Fecha: _____
 Capitulo: _____ Factores variables: _____
 Observaciones: _____ Control: _____
 Clave

Ondas	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a	Varia- bles	Resumen
Minuto <input type="text"/>								
Media en mm " μV							Cociente:	
Minuto <input type="text"/>								
Media en mm " μV							Cociente:	
Minuto <input type="text"/>								
Media en mm " μV							Cociente:	

Fig. 2 - 4

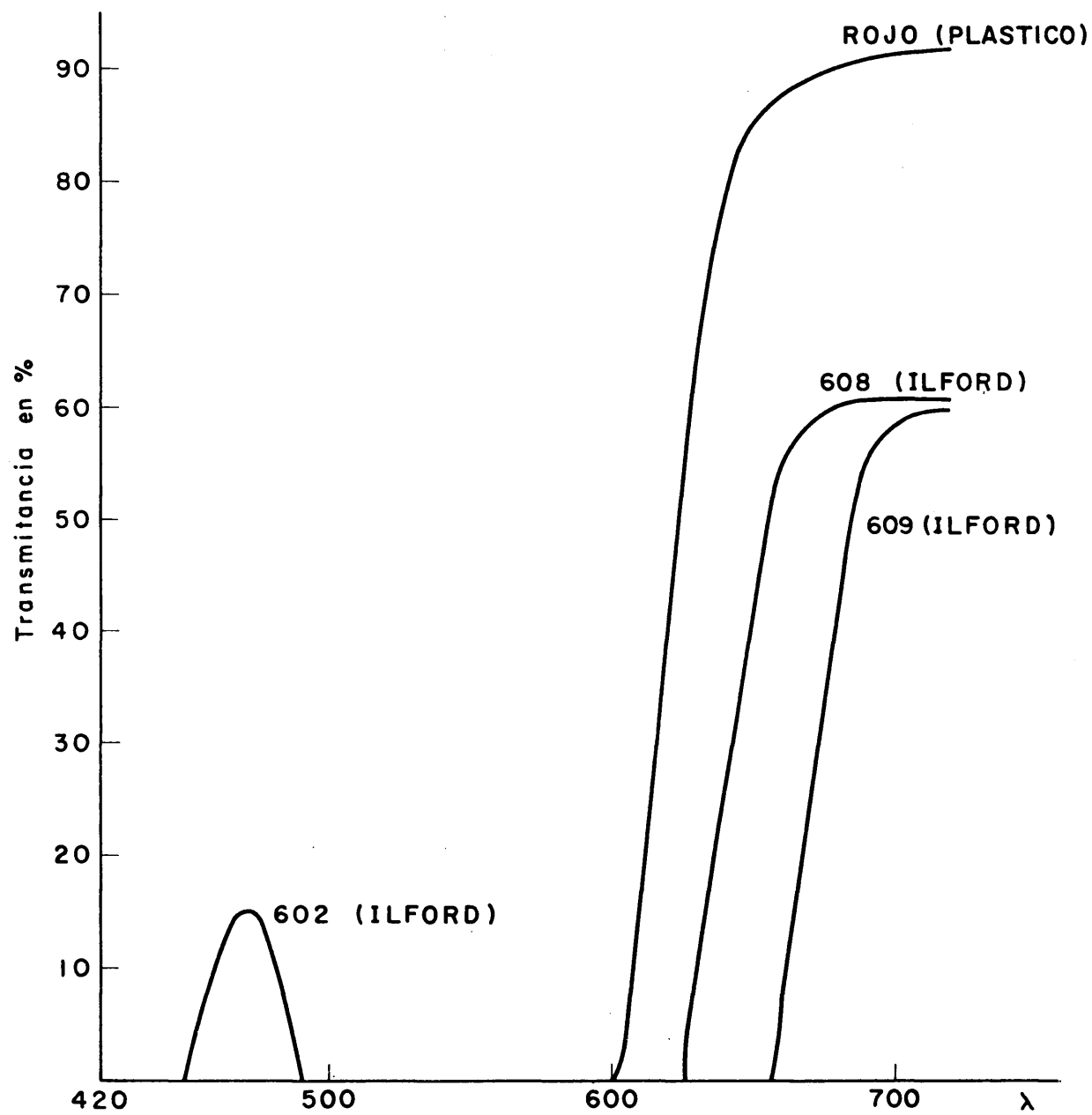


Fig. 2 - 5

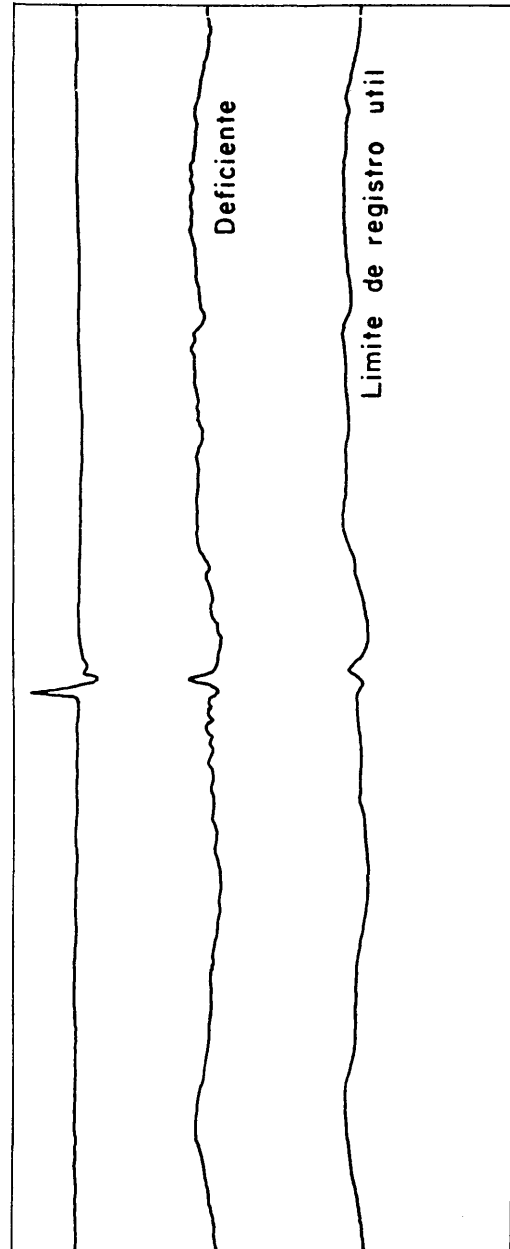


Fig. 2-6

CAPITULO III

RESULTADOS OBTENIDOS Y SU INTERPRETACION

1.- Introducción.

Como se indicó en el planteamiento, la idea fundamental del trabajo es demostrar la influencia que un estímulo determinado en un ojo, tiene en el E R G del contralateral.

Esta influencia puede estar, además, condicionada por distintas variables: luminancia, tamaño y localización del estímulo influyente e_1 ; luminancia (intensidad), tamaño y localización del estímulo productor del E R G, e ; estado de adaptación previa, etc.

En cada uno de los E R G obtenidos con los distintos observadores, en las diferentes condiciones descritas en el punto 5 del capítulo II, se trató de medir las amplitudes de las ondas a, b (a veces b_1 y b_2) y c. Esta amplitud se ha medido en las ondas a y c, a partir de la línea base y para la b, a partir de la culminación de la onda a (por lo que en realidad esta amplitud de onda b, que nosotros consideramos, es la suma de las amplitudes de la onda a y la b, propiamente dichas).

Rápidamente se pudo comprobar que las medidas de amplitudes de la onda b eran mucho más precisas que para las otras dos ondas y se concentró el trabajo sobre ella.

No obstante, en algunos observadores y condiciones, pudo también determinarse el valor de las amplitudes de las ondas a y c y también se dan, como complemento al trabajo fundamental, los resultados obtenidos.

Si representamos por A la amplitud de una onda genérica obtenida en determinadas condiciones y por A_i la amplitud de la misma obtenida en las mismas condiciones, pero con estimulación del ojo influyente, daremos la influencia observada mediante la diferencia:

$$\Delta A = A_i - A$$

o en valor relativo, por el cociente

$$\frac{\Delta A}{A}$$

A veces se ha determinado también la anchura de la onda (en realidad es una medida de tiempo y por eso se le ha representado por Δt), siguiendo el criterio de medirla en el punto medio de la amplitud de la onda. Si t es esta anchura para una onda genérica y sin perturbar, y t_i la obtenida en las mismas condiciones, pero con estimulación del ojo influyente, se usa la di-

ferencia:

$$t_1 - t = \Delta t$$

para representar la influencia.

Y análogamente, para el tiempo de latencia de una onda que a veces se ha determinado (tiempo l que tarda en aparecer la onda a partir de la estimulación productora del E R G), la influencia se representa por:

$$l_1 - l = \Delta l$$

A veces, se toma como referencia de la onda su punto de culminación. Todas las medidas efectuadas sobre los E R G de un observador, obtenidas en determinadas condiciones, con y sin estimulación de ojo influyente, se resumen en protocolos, de los cuales se presentan a continuación unos ejemplos, escogidos para que estén representadas la mayoría de las condiciones empleadas.

(Pag. 86)

2.- Influencia de la estimulación del ojo influyente sobre la onda a del E R G del ojo influido.

Del examen de los protocolos correspondientes, se deduce, sin duda, que la estimulación del ojo influyente hace variar la amplitud de la onda a.

Esta variación parece depender de todas las con

diciones de la experiencia, pero donde aparece más clara esta dependencia es en las variables: luminancia de adaptación y tamaño del estímulo productor del E R G.

En la tabla 2.I se dan los valores medios de $\Delta a/a$ correspondientes a 3 observadores con adaptación a la oscuridad y a 30 nits, representantes de la visión escotópica y fotópica respectivamente.

Se deduce de ella que la influencia es en el sentido de disminuir la amplitud de la onda a y que es francamente mayor para la adaptación a la oscuridad.

Con los datos de otros tres observadores que se resumen en la tabla 2.II, pudo comprobarse la variación de la influencia para adaptaciones intermedias, que es uniforme.

Los resultados de ambos grupos son tan concordes que podemos mezclarlos para obtener la gráfica 2.1 que nos da la dependencia de la influencia con la luminancia del campo adaptante.

En la tabla 2.III, se dan los valores medios de $\Delta a/a$ para 10 observadores con adaptación a 5 nits, pero variando el tamaño del estímulo e (generador del E R G).

Los valores son concordantes y con influencia general en el sentido de disminuir la amplitud de la on da a . Señalan que la influencia va disminuyendo a medida

que decrece el tamaño, anulándose para un cierto valor de éste y volviendo a aparecer, pero en sentido contrario (es decir, aumentando la amplitud de la onda) como ocurre en los observadores: C, X y J.

Tomando las medias de todos los observadores, se puede obtener la dependencia en general que se da en la gráfica 2.2.

Como ejemplo de variación de la onda a bajo la influencia de la estimulación del ojo influyente, se reproduce en la fig. 2.1 los E R G de 2 observadores.

Como conclusión podemos decir:

- La amplitud de la onda a disminuye en general al estimular el ojo influyente.

- La adaptación condiciona esta disminución que es máxima para la oscuridad (es decir en visión escotópica).

- El tamaño del estímulo generador del E R G también condiciona esta disminución, llegando a ser nula para algunos observadores en tamaños muy pequeños y aún cambiar de sentido la influencia.

3.- Influencia de la estimulación del ojo influyente sobre la onda b del E R G del ojo influido.

Como esta influencia se vió claramente, se ha estudiado su variación con respecto de varias de las magnitudes que condicionan el fenómeno. A continuación se exponen los resultados ordenadamente.

3.1.- Variación de la influencia con la luminancia del campo adaptante. E R G escotópicos y fotópicos.

Examinando primeramente los datos de los 8 observadores utilizados en las experiencias de adaptación a la oscuridad y a 30 nits (para tener claramente visión escotópica y fotópica respectivamente), se vé la existencia de la influencia y se confeccionó la tabla 3.1.I con los valores medios de cada observador.

De ello se deduce que la influencia en visión escotópica es negativa (es decir, disminuye la amplitud de la onda b) y en visión fotópica, cambia para hacerse positiva.

Se vé pues el interés de examinar casos de adaptación intermedia. Para ello se han tomado los datos de 3 observadores que se tienen para 2 luminancias (0,13 y 5 nits), y que además se hicieron para 2 intensidades del estímulo $e = I_1$ e I_8 . Los valores medios se dan en las tablas 3.1.II y 3.1.III.

Los valores medios de estos 3 observadores son

intermedios de los obtenidos con los 8 para oscuridad y 30 nits, y nos indica que en general, la anulación de la influencia debe ocurrir alrededor de estas luminancias y depende del observador y la intensidad del estímulo e .

Este resultado sorprendente de cambio de sentido en la influencia sobre la onda b , nos hizo pensar en una influencia distinta sobre cada una de las dos ondas b_1 y b_2 que componen la b . La b_2 sería responsable de la disminución y la b_1 del aumento, y por eso al final se hicieron experiencias en las que se reparaban las dos y los resultados se dan en el punto correspondiente.

En las figs. 3.1.1. y 3.1.2. se transcriben los E R G obtenidos con adaptación a la oscuridad y a 30 nits para varios observadores. Se vé, por su configuración y el retraso con respecto al Flash, que la onda que aparece en el primer caso es la b_2 de la cual no parece haber duda, hoy en día, que se debe al mecanismo de la visión escotópica (Davson y Jayle) y la que aparece en el segundo es la b_1 , debida al mecanismo de visión fotópica.

En las figs. 3.1.3. y 3.1.4. se dan los E R G de un observador para dos intensidades del estímulo e y para las luminancias de adaptación intermedias entre la oscuridad y 30 nits, y en ellas puede apreciarse la variación continua entre las formas de los dos casos extre

mos representados en las figs. 3.1.1. y 3.1.2, pero en el caso de estimulación del ojo influyente, el E R G tiende a la forma escotópica aún con condiciones de adaptación fotópicas.

Quizá una especificación de esta variación de forma pueda ser la anchura de la onda. Se ha medido para los tres observadores para cada una de las luminancias del campo adaptante y los resultados medios se dan en la Tabla 3.1.IV. Se obtiene siempre un aumento y no pueden deducirse regularidades. En resumen:

- La amplitud de la onda b puede disminuir o aumentar por la influencia de la estimulación del ojo influyente, según cual sea la adaptación del ojo influído.

- La influencia crece progresivamente en uno u otro sentido a partir de una determinada luminancia, distinta para cada observador, en la cual la influencia es nula.

- La anchura de la onda aumenta siempre con la estimulación del ojo influyente.

No queremos seguir más adelante sin considerar detalladamente, a la vista de los resultados hasta aquí obtenidos, una nota técnica publicada por J. Pellet (1966)

Comienza señalando la confusión que existe en este tema de la influencia que en la excitabilidad de la

retina puede tener la estimulación del ojo contralateral. Continúa reseñando la principal bibliografía, citada hasta ahora en todos los trabajos leídos por nosotros, y citada por casi todos los investigadores, que se refiere al tema y luego hace una crítica de sus errores, que, no nosotros vamos a intentar soslayar en nuestros trabajos para eliminar las posibles causas de invalidación de resultados.

Primeramente hace hincapié sobre los efectos de la luz difusa. En nuestro caso, la hemos despreciado después de tener en cuenta lo poco que podía alterar los resultados, como con más detalle se expresa en la parte experimental. (Se entiende la luz difusa que puede existir después de intentar evitarla).

Igualmente eliminamos las reacciones musculares, que se manifiestan de modo esporádico, muy irregular, y con formas caprichosas, al despreciar aquellos registros que no tengan forma definida y clásica de Electrorretinogramas sin anormalidades.

También señala la difusión del campo eléctrico de un ojo que está adaptado a la oscuridad y fuertemente estimulado y que hace actuar a este ojo como potente generador eléctrico, lo que conduce a que el Electrorretinograma se pueda registrar a larga distancia del ojo, incluso sobre la córnea del contralateral.

Estas variaciones, que pueden ser negativas, se-

gún la disposición de los electrodos empleada por nosotros, suelen no pasar de los 50 con lo que queda muy lejos de las variaciones encontradas por nosotros. Algunas veces su sentido es el inverso. En nuestro caso, al no variar la posición de los electrodos e igualmente, el que unas veces la influencia sea positiva y otras negativa, deben apartar de nuestra posible explicación la idea de que sea debida a diferentes puntos de captación del electrotono.

En nuestro caso, al trabajar con personas, no podemos hacer lo que él realiza, de introducir un electrodo en la cámara anterior para soslayar este electrotono, pero como ya decimos más arriba sin variar los electrodos las diferencias son tan opuestas que no podemos por menos de reconocer que su influencia no interviene en las líneas generales del fenómeno.

Hemos creído necesario este rápido comentario crítico al trabajo de J. Pellek, ya que el tono pesimista del mismo respecto al estudio de la influencia de un ojo en el E R G del contralateral, aunque referido a animales, pudiera aparentemente restar rigor a nuestras conclusiones.

3.2.- Variación de la influencia con la luminancia del estímulo influyente.

Los resultados se obtienen en las experiencias y con los observadores detallados en el Punto 5.2. del capítulo II.

Para cada observador se han sacado las medias de las medidas hechas en los E R G obtenidos en condiciones similares, pero en distintas sesiones y los resultados que entonces se obtienen se resumen en la tabla 3.2.I.

Por otra parte, se ha obtenido la media de los observadores y el resultado se da en la gráfica 3.2.1.

Puede observarse que la intensidad del estímulo influyente (e_i) hace variar la influencia en todos los observadores, siendo distintos los valores de unos a otros, pero no el sentido de la variación. Esto da lugar también a que la curva de la gráfica 3.2.1 sea continuamente creciente.

La luminancia para la que realmente aparece clara la influencia es alrededor de los 150 nits (5% de variación).

El aumento continuo hasta los 8.000 nits, máximo empleados está de acuerdo con los resultados obtenidos en estudios subjetivos por Aguilar, Solís, Sauras, etc. (1951-64), que llegan a la conclusión de que la luminancia

más favorecedora en el ojo influyente es aquella que más se aproxima a la del ojo influido, ya que en nuestro caso la luminancia del estímulo de intensidad I_8 es superior a los 8.000 nits.

Es interesante también aquí ver como discurren los E R G propiamente dichos y por ello en las figuras 3.2.1 y 3.2.2 se han reproducido para dos observadores y diferentes luminancias de e_1 , aquel E R G en que la amplitud de la onda b estaba más cerca de la amplitud media de todos los correspondientes.

Al analizarlos vemos que el cambio de forma de la onda b (mayor duración) ocurre en todos los niveles de $L(e_1)$ y que el componente de la onda c, que pudiéramos llamar pupilar, desaparece hacia los 1.000 nits (ver Punto 10).

Como experiencia demostrativa para un observador se fue variando la $L(e_1)$ dentro de la misma serie y el resultado puede verse en la fig. 3.2.2., en la que se aprecia que el fenómeno se pone más manifiesto progresivamente. Su significado es, que el proceso influyente se manifiesta de forma lineal con la perturbación, independientemente del estado anterior del proceso visual.

Como resumen se obtiene de este estudio el resultado siguiente:

La perturbación hace que en el ojo influido au-

mente la amplitud de la onda b, manifestándose ya claramente a partir de los 150 nits de luminancia del estímulo influyente.

3.3.- Variación de la influencia con la localización del estímulo influyente.

Los resultados se obtienen en las experiencias descritas en el Punto 5.3. del capítulo II.

Se resumen en la tabla 3.3.I los resultados correspondientes a la primera parte del estudio en la que la fovea de ojo influenciado es la que recibe el estímulo e, dando los valores medios de los obtenidos para cada observador.

Claramente se vé que si existe dependencia con la localización de e_1 y que ésta es en el sentido de hacer mayor la magnitud $\Delta b/b$ cuando está localizado en la zona correspondiente del otro ojo (la fovea). La variación es de un orden medio del 100%.

En la tabla 3.3.II se da, en la misma forma y para los dos observadores utilizados, el resumen de los resultados obtenidos en la segunda parte del estudio, en la que era la estrafovea (a 45°) del ojo influido la que recibía el estímulo generador del E R G.

Se observa el fenómeno inverso al anterior, es

decir, la influencia es más pequeña cuando el estímulo influyente cae en la zona correspondiente llegándose en el caso del observador V a una disminución de la amplitud de la onda para estas condiciones. La variación con la localización es más pronunciada en este caso.

Estos resultados pueden tener cierta relación con los obtenidos por métodos subjetivos por J. Oliva (1952) en su tesis (Apéndice II), sobre la influencia de la iluminación del campo periférico de un ojo en el funcionamiento del resto de la retina de ese mismo ojo y donde ya admite la posibilidad de influencias del ojo contralateral aún sin datos experimentales. Y también con un trabajo de Stiles y Crawford (1937), en el que en encuentran un efecto similar producido por una luminancia de fondo determinada. (15)

Esto nos lleva a poder deducir lo siguiente:

Las zonas correspondientes del ojo se influyen, pero la mácula influencia con más intensidad. El máximo tiene lugar cuando coincide en el mismo momento el hecho de ser la mácula la zona perturbada y que ésta sea la zona correspondiente de aquélla en la cual se proyecta el estímulo en el ojo en el que se registra el Electrorretinograma.

En la gráfica 3.3.1 y 3.3.2 se puede ver claramente este fenómeno.

En las figuras 3.3.1 se reproducen para dos observadores los E R G, en que la amplitud de la onda b es aproximada al valor medio obtenido para ella en el observador correspondiente.

3.4.- Variación de la influencia con la intensidad del estímulo en el ojo influido.

Los resultados se obtienen en las experiencias que se describen en el Punto 5.4 del capítulo II.

En la tabla 3.4.I se resumen estos resultados para la luminancia adaptante de 12 nits. Observamos que aunque cada observador comienza con un valor distinto de la magnitud $\Delta b/b$ para la primera intensidad I_1 (depende de su sensibilidad al fenómeno), la marcha es similar en todos: aumentan a medida que crece la intensidad hasta un máximo y disminuyen después. La situación del máximo también depende del observador y vemos que en el caso de 0 no existe, ya que la influencia es prácticamente constante.

Sin embargo, es interesante hacer notar que algunos observadores comienzan con valores negativos $\Delta b/b$, lo que quiere decir que para estas intensidades del estímulo e , la presencia del estímulo e_i en el otro ojo hace disminuir la amplitud de la onda b (como hemos visto en

el 3.1 que ocurría en condiciones escotópicas). Esto hace suponer que para cada observador existe una cierta intensidad del estímulo e (fijadas las demás variables) para la cual la estimulación del ojo influyente no hace efecto sobre la amplitud de la onda b del ojo influido.

La experiencia se repitió para otro estado de adaptación (5 nits) con tres observadores, (uno de ellos, L, también usado en la experiencia anterior).

Los resultados se dan en la tabla 3.4.II en la misma forma. Se vé que el efecto es similar.

Los resultados dados en estas dos tablas se resumen aún más en la gráfica 3.4.1, tomando las medias de todos los observadores y trazando las curvas de dependencia de $\Delta b/b$ de I (e).

También como una comprobación de la bondad del método se ha dibujado, en la gráfica 3.4.2 el valor de las amplitudes de la onda b en el caso de no haber estímulo influyente, comprobándose que aumenta de forma continua y casi lineal con la intensidad de e .

Para un solo observador, L, se hizo una extensión del estudio, utilizando intensidades más bajas que I_1 (10 veces y 100 veces menos) y más altas que I_8 (I_{16}) y adaptación a la oscuridad. Los resultados se representan en la gráfica 3.4.3, comprobándose que la variación

de la influencia es continua y creciente (en sentido negativo) con el descenso de I. Para comparar la curva obtenida con las que pudieran obtenerse para una adaptación superior, se han dibujado también los resultados para el mismo observador con adaptación a 5 nits, sacados de la tabla 3.4.2.

También permite confirmar el que para cada adaptación la curva atravesaría el valor 0 si se pudiese utilizar la intensidad apropiada.

En las figuras 3.4.1a 3.4.5 se reproducen Electrorretinogramas de algunos observadores escogidos en la misma forma que en estudios anteriores.

Nos son muy útiles para ver un dato que no se puede expresar en las tablas y gráficos anteriores: las variaciones morfológicas.

Como se puede ver, la forma del E R G obtenido con perturbación, es muy similar al de la oscuridad o visión escotópica, aún a pesar de trabajar en niveles mesópicos y aún fotópicos. A esto contribuye la disminución de la onda a, estudiada antes (2) y el redondeamiento y aumento de duración de la onda b.

La manera más adecuada, a nuestro parecer, de expresar este proceso de variación de forma, se ha indicado en las tablas 3.4.III, en la que para 3 observadores

se da, en función de la intensidad, la diferencia $T_{b1}-T_b$ donde T_b es la anchura de la onda b normal (en el punto medio de la amplitud) y T_{b1} la anchura de la misma obtenida bajo la influencia del estímulo e_i . Puede verse que para un mismo nivel de adaptación, existe un ensanchamiento apreciable de la onda b y parece tener un valor máximo para una intensidad entre I_2 e I_4 .

La conclusión de este estudio es:

La intensidad del estímulo utilizado para la obtención del E R G condiciona la influencia del estímulo en el ojo influyente, sobre el E R G, existiendo una intensidad para la que el efecto es mínimo (parece ser que nulo) y hacia un lado y otro de ella el efecto crece en sentido positivo y negativo respectivamente.

3.5.- Variación de la influencia con el tamaño del estímulo en el ojo influido.

Los resultados se obtienen en las experiencias descritas en el punto 5.5. del capítulo II.

Se resumen en las tablas 3.5.I y 3.5.II en las que se da la magnitud $\Delta b/b$ para cada uno de los tamaños estudiados, en la primera para una intensidad del estímulo I_8 y en la segunda para I_{16} . En cada observador, el va

lor dado es la media de todos los obtenidos.

Obteniendo la media para los 4 observadores y llevando estas a la gráfica 3.5.1, se obtienen las curvas de dependencia de $\Delta b/b$ con el tamaño del estímulo para las dos intensidades I_8 e I_{16} .

En este caso todos los observadores parten de valores negativos para 1° , y en general, el valor de $\Delta b/b$ va aumentando con el tamaño del estímulo para alcanzar valores positivos (el tamaño para el que no existe efecto del ojo influyente es variable con el observador y también con la intensidad del estímulo e), por término medio está cerca de 4° , como puede verse en la gráfica 3.5.1.

También en este caso se ha dibujado, en la gráfica 3.5.-2, la variación de la amplitud de la onda b con el tamaño del estímulo e , pudiendo observarse que es prácticamente lineal, lo que confirma la bondad del método.

Por otra parte, para mayor seguridad, en un observador se realizaron muchos registros con los tamaños extremos (1° y 16°). Todos los valores obtenidos para $\Delta b/b$ están comprendidos:

entre	- 0.2	y	- 0,5	para 1°
y entre	+ 0.1		+ 0.2	para 16°

En las figuras 3.5.1 a 3.5.6, se reproducen E R G

en forma similar al estudio anterior para que pueda apreciarse las variaciones morfológicas que sufren las ondas a y b con la estimulación del ojo influyente para los distintos tamaños del estímulo en el ojo influido. El comentario hecho en el estudio anterior es válido para este caso y por eso también se obtuvieron los valores Δt_b que se dan en la tabla 3.5.III.

La conclusión de este estudio puede expresarse en la siguiente forma:

El tamaño del estímulo utilizado para la obtención del E R G condiciona la influencia de la estimulación del ojo influyente, de forma que crece con el tamaño, pero además en este caso, es claro paso de valores negativos a positivos, pudiendo afirmarse que en las condiciones experimentales usadas existe un tamaño para el cual el efecto es nulo. Se ha visto, por otra parte, que este tamaño crítico depende de la intensidad del estímulo e, lo que hace pensar que quien determina la influencia es el flujo de energía recibido por el ojo influido, o bien la energía, ya que como los destellos están por debajo de 0.1 seg. en que se cumple la ley de Bungen-Roscoe, el tiempo no tiene intervención.

3.6.- Variación de la influencia con la cromaticidad del campo adaptante.

Con los filtros y observadores descritos en el 5.6 del capítulo II se realiza la experiencia de cambiar la cromaticidad del campo adaptante. El estímulo generador del E R G es rojo y el estímulo en el ojo in-fluyente blanco.

Los resultados se dan en resumen en la tabla 3.6.I, 3.6.II, 3.6.III y 3.6.IV. Hay que hacer notar que ahora se han podido diferenciar las bandas b_1 y b_2 , y por lo tanto, se han calculado los dos cocientes $\Delta b_1/b_1$ y $\Delta b_2/b_2$.

Las conclusiones que se obtienen de estas ta-blas son:

La dependencia con la cromaticidad del campo adaptante es pequeña y si partimos de la adaptación al rojo para la cual las $\Delta b_1/b_1$ son siempre negativas en las dos intensidades del estímulo e empleadas (como podría esperarse, ya que el nivel luminoso corresponde a visión escotópica), el paso al azul hace disminuir la influencia llegando a anularse y cambiarle de sentido, como en la onda b_2 .

No nos atrevemos a dar una afirmación categóri-ca de este hecho, pero creemos que puede ser debido a que

un estado de adaptación característico de un determinado mecanismo (nos referimos a los mecanismos de visión postulados por Sstiles, 1937), produce un desequilibrio en los fotoreceptores que se traduce por un comportamiento anormal del Electrorretinograma cuando éste es producido por un estímulo cromático propio de otro mecanismo.

Por ser el campo perturbador blanco, esta anomalía sólo puede atribuirse a la diferencia cromática existente entre el test estímulo y el campo de adaptación.

Como ejemplo se reproduce en la fig. 3.6.1 a 3.6.6 algunos de los E R G obtenidos, que parecen más típicos. Como curiosidad se presenta la Tabla 3.6.V, en la que se comparan los valores de $\Delta b_1/b_1$ y $\Delta b_2/b_2$, obtenidos para varios observadores en las condiciones parecidas a las anteriores, ya que el estímulo era rojo y el e_1 blanco, variando solamente el campo adaptante que aquí era la oscuridad. Decimos como curiosidad porque se tienen distintas intensidades en los diversos observadores y es difícil relacionar unos datos con otros.

Sin embargo, se vé que siempre la influencia es mayor en la onda b_1 y que en ambas (en las intensidades usadas) es negativa.

3.7.- Variación de la influencia con la cromaticidad del estímulo influyente.

Con los filtros y observadores mencionados en el 5.7 del capítulo II, se realizó la experiencia del cambio de rojo a azul del estímulo influyente, manteniendo rojo tanto el campo de adaptación como el estímulo generador del E R G.

En las tablas 3.7.I a 3.7.IV, se resumen los resultados, separando las influencias sobre las ondas b_1 y b_2 , y las dos intensidades empleadas.

Se observa que:

La influencia en todas las condiciones empleadas es mayor sobre la onda b_1 que sobre la onda b_2 , haciéndose notar más con la intensidad I_{16} .

La variación de la influencia con la cromaticidad es despreciable para la intensidad I_8 y clara para la I_{16} . Se duplica la influencia al pasar de estímulo e_i rojo a azul.

En las figs. 3.7.1 y 3.7.2 se reproducen los E R G más típicos de uno de los observadores.

3.8.- Influencia de la estimulación del ojo influyente sobre el tiempo de latencia.

Los resultados se obtienen a partir de los datos de tiempo de latencia contenidos en los observadores detallados en la tabla 3.8.I.

En ella se dá, para tres observadores, las medias de los tiempos de latencia para diferentes luminancias del campo de adaptación y a continuación, de cada valor se indica el incremento que sufre por la influencia de la estimulación del ojo influyente.

Vemos que este incremento es siempre positivo y que disminuye al aumentar la luminancia del campo de adaptación. Para el observador L, en el que se tienen datos muy completos, y además de gran confianza por la estabilidad de la línea base, se ve que este incremento en la oscuridad es grande, y desciende rápidamente en el primer paso a 0,13 nits.

Se puede interpretar este hecho suponiendo que el efecto de la estimulación del contralateral hace más lenta la transmisión de los impulsos nerviosos, o bien que favorece la respuesta de los bastones sobre la de los conos.

4.- Influencia de la estimulación del ojo influyente sobre la onda c.

Aunque no se hiciesen experiencias dirigidas a esclarecer este punto, de los E R G de las otras experiencias en las que aparece claramente la onda c, se han podido medir los tiempos transcurridos entre el principio del E R G y la culminación de la onda c (t_c).

Los resultados se dan en resumen en la Tabla 4.I y 4.II.

En la primera puede verse que el cambio de tamaño en el estímulo generador no parece variar la influencia de la estimulación del ojo contralateral, que es en el sentido de aumentar el tiempo que tarda en presentarse la culminación de c, en un orden del 45%.

De la segunda tabla, sin embargo, se deduce que la luminancia del campo adaptante sí condiciona la influencia, que es positiva (es decir, aumentando el tiempo), haciéndola paulatinamente menor al aumentar la luminancia.

El estudio de estos resultados sugiere que la onda c, está compuesta en realidad, de dos ondas, una con culminación a unos 37 ms. desde el comienzo del E R G, y la otra, alrededor de 65 ms. La primera puede a veces enmascarar la segunda. Esta hipótesis explicaría perfec-

tamente las discrepancias citadas en el capítulo I, entre los dos grupos de investigadores que se formaban al tratar de explicar el origen de la onda c.

Según nosotros, los dos tendrían razón, ya que la primera componente propuesta tendrá origen iridociliar y la segunda, origen metabólico en la pigmentaria.

A veces esta segunda parte de la onda c, estaría alterada por la primera, si no está abolida por ciclopegia, etc., siendo más marcado este predominio del componente pupilar cuanto mayor es la energía del estímulo, (véase figuras), si éste es intermitente.

En nuestro caso, el estímulo del ojo contralateral produce una miosis que hace desaparecer la primera componente.

Una comprobación de esta forma de pensar se encuentra en los trabajos de Fujino y Hamarki (1967). Según estos autores, si se eleva la presión ocular de modo que el cociente Presión Intra ocular / Presión sanguínea (IOP/BP) sea superior al 50%, se ve un efecto similar al nuestro.

Aparte de las figuras de este punto (4.1 a 4.3), el fenómeno se puede apreciar en las de toda la Investigación y más aún en los puntos referentes a cambios de cromaticidad.

5.- Registros con ojo ocluido y comparación de los
E R G monocular y binocular.

Cuando se registran las diferencias de potencial de un ojo sin utilizar estímulo generador de E R G y manteniéndolo en completa oscuridad, el registro se mantiene constante hasta que el ojo contralateral es estimulado, como hemos podido comprobar en la experiencia realizada que se presenta en la Fig. 5.1. Confirmamos así los resultados de otros autores mencionados en el punto 2.2.2 del capítulo I.

También hemos realizado experiencias para poder comparar el E R G monocular (ojo contralateral a oscuras) con el E R G binocular (ojo contralateral a la misma adaptación del ojo registrador y recibiendo también el estímulo generador).

Los resultados obtenidos se dan en la Tabla 5.I. De ella se deduce una reducción en el E R G binocular del 25%, con variaciones entre el 6 y 70%, con lo que nos sumamos a la opinión de aquellos que encuentran este efecto y opinan que es debido a mecanismos centrales.

Estas cifras las consideramos significativas, y para poner una referencia que nos dé una idea de su valor, citaremos los trabajos de Karpe (1945), Vainio Matila (1951), Zeidler (1959), Pilz y Maess (1962), que dan una diferencia máxima del 10% entre el E R G de un ojo y el del contralateral. (7)

C.S.I.C INSTITUTO DE OPTICA

ELECTRORETINOGRAMA

Factores constantes: 5' para adaptación Observador

Fecha: 16 V - 61

2' puesta eléctrica 10' adaptación

OREJAS

Capítulo: PERTURBACION

Factores Variables:

TROPICA C.

TEST = 8' 16'

Control: S. FRANCO

Observaciones:

PUPILA = 2mm

Clove

PERTURBACION = 6 V

L-16

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	E	b_1	a	E	b_1	a		
Minuto <u>1</u>	7	14	1	7,5	10	-	I_{12} CAMPO 0,18 mV Lumin 30 μ V	$\Delta a = -0,1$ $\Delta t = +0,75$
	6,5	14	1	7,5	10	0,5		
	7	14	0,5	7,5	10,5	0,75		
	7	14	0,25	7,5	11	-		
	7	14	0,5	7,5	10	-		
	7	15	1	7,5	10,5	-		
Media en mm	6,8	14,2	0,7	7,5	10,3	0,6	Cociente: -0,3	
" μ V		406	20		294	17	$\frac{I_{12}}{I_{10}}$	
Minuto <u>5</u>	6,5	10	1	6,3	10	1	I_8 CAMPO 0,13 mV Lumin 20 μ V	$\Delta a = -0,2$ $\Delta t = +0,1$
	6,3	10,5	1	6	10,5	0,5		
	6	10,75	0,5	6,5	10,5	0,5		
	6,5	10,5	1	6,7	10,5	0,5		
	6,5	10,5	1	6,5	10,5	1		
	6,5	10,5	1	6,3	10	0,5		
Media en mm	6,3	10,4	0,9	6,4	10,3	0,7	Cociente: -0,007	
" μ V		520	45		515	35		
Minuto <u>9</u>	4,5	6,5	1	6	7	-	I_7 CAMPO: 5 mV Lumin 20 μ V	$\Delta a = -0,2$ $\Delta t = +0,8$
	5	8	1,5	5	7,5	1		
	5	8	1	5,3	7	-		
	4,7	7,5	1,5	5,5	8,5	-		
	7	8	1	6,5	7,5	-		
	7	8	-	6	7	1		
Media en mm	4,8	7,5	1,2	5,6	7,4	1	Cociente: -0,001	
" μ V		150	24		148	20		

Clave **L-16**Hoja III

Ondas	SIN			CON			Variables I_B	Resumen
	t_1	b_1	a	t_2	b_2	a		
Minuto 13	4 4 4	14 13,5 14 13,5 23,5 14	2,5 2,5 2,25 3 3 2,5	4 4,7 4,5 5,5 5,1 4,71	15 16 16 15 15,5 16	1 1,5 1,5 2 2 1,5	CANAL: SWITS L 30W	$\Delta a = -1$ $\Delta t = +0,7$
Media en mm " μV	4	13,8 426	2,6 74	4,7	15,6 446	1,6 46	Cociente: 10,1	
Minuto 17	5 6,5 6,3 6,5 6,5	14,5 14,5 15,5 15 15 15	1 1 1 1 1 1	7 6,7 6,5 7,3 7	11 11,5 12,5 12 13 12	— — 0,5 0,5 1 1	I_B CANAL: 0,13W	$\Delta a = -0,3$ $\Delta t = +0,76$
Media en mm " μV	6,14	14,9 426	1 29	6,9	12 340	0,7 20	Cociente: -0,2	
Minuto 21	5,7 6 6 5,5 6 6	10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5	1 1,5 1 1 1 1,5 1	6 0	10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 10,5 11	0,5 1 1 1 1 1 1	I_B CANAL: 0,12W L 50W	$\Delta a = -0,2$ $\Delta t = +0,1$
Media en mm " μV	5,9	10,4 520	1,4 55	6	10,6 530	0,9 45	Cociente: +0,2	

Clave **L-26**
 Hoja IV

Ondas	SIN			CON			Variables I_1	Resumen
	E	b_1	a	E	b_1	a		
Minuto 25	4,5 5 4	7 6,5 7,25 7 6,5 7,5	9,5 1 0,75 1 0,5 1	5,7 6,5 6	7 7 8 8 7,5 8	0,5 1 1 1 1 -	Campo SNTS Línea 30µs	$\Delta a = +0,1$ $\Delta t = +0,8$
Media en mm " μV	4,5	6,9	0,8	5,7	7,6	0,9	Cociente: +0,1	
Minuto 29	3,5 3,5 4 4 4	14 14,5 14,5 14,5 14,25 13,5	3 2,5 3 3 3,5 3	4,7 4,3 4,3 4,3	16 15,5 15,5 16 15 15 15 15	2 2 2,5 2 2 2 2 3	I_2 Campa- SNTS Línea 30µs	$\Delta a = -0,8$ $\Delta t = +0,6$
Media en mm " μV	3,8	14,2	3	4,4	15,4	2,2	Cociente: +0,08	
Minuto <div></div>								
Media en mm " μV							Cociente:	
Resumen = Media de a								
			5 0,1 0,9 1,2 2,6 1 1,1 0,8 3 → MEDIA = 1,4				5 0,4 0,7 1 1,8 0,1 0,3 0,3 0,9 2,2 → MEDIA = 1,075	

C.S.I.C INSTITUTO DE OPTICA

ELECTRORETINOGRAMIA

Factores constantes: 1' Armadillo

Observador

Fecha: 2 VII 67

2' punto de la retina 5' adaptacion

ARBAIZAGOLIA

Capitula: PERTURBACION

Factores variables:

FOTOPICA 6

CAMPO : 5 NITS

Control: G. FRANKO

Observaciones:

PUPILA : 2mm

Clave

PERTURBACION: 6 V

T- 2

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b.	b.	a	b.	b.	a		
Minuto <u>1</u>	4	4	2	4	5	0,5	I_{16} TEST: 3° Sensibilidad 10 pd	$\Delta a = -1$ $\Delta t = +1,2$
	3	6,5	2	5	6	1		
	3	6	1,5	4,5	6	1		
	4	7	1	5,3	6,5	1		
	3	5	1	4,7	5	0,5		
	3,3	6	1	4,5	5	0,5		
Media en mm	3,4	5,7	1,6	4,6	5,6	0,6	Cociente:	- 0,17
" μV		53	15		51	5		
Minuto <u>5</u>	3,3	4,6	3	4	2	0,5	I_{18} TEST: 2°	$\Delta a = -0,6$ $\Delta t = +0,8$
	4	4	0,5	4,3	2,5	1		
	5	4	1,5	6,5	2,5	0,5		
	3	6	1	4,5	2,5	1		
	3	1,5	1	3,7	2,5	0,5		
	6,5							
Media en mm	3,8	4,6	1,3	4,6	2,2	0,7	Cociente:	- 0,5
" μV		42	12		20	6		
Minuto <u>9</u>	3,5	6,5	1	4,5	5,5	0,5	I_{16} TEST: 5°	$\Delta a = -0,2$ $\Delta t = +0,96$
	3	4	1	5	6	1,5		
	3	4,5	2	4,5	6,5	1		
	4,5	8	1	4,3	4,5	1,5		
	3,7	1,5	1	4	5	0,5		
	6							
Media en mm	3,54	6,7	1,2	4,5	5,5	1	Cociente:	- 0,17
" μV		61	11		50	9		

Clave 7-2Hoja 11

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto <u>13</u>	3 3,7 3,5 3,7 3,5	6 4,5 7 7 6,5 6	1,5 1,5 1 0,5 1,5 1,5	4,5 5 4,7 5 4	7 7,5 7,5 8 7,5 7,5	0,5 1 1 1 1 1	I_B TEST: 32 49' Sens: 20 μV	$\Delta a = -0,3$ $\Delta t = +1,14$
Media en mm	3,5	6,2	1,2	4,64	7,5	0,9	Cociente:	+0,2
" μV		113	23		136	16		
Minuto <u>17</u>	4,5 3,5 3,5 3,7	11 8 9 8,5 8,5 8,5	2 2 2 2 2 1	3,5 4,3 4 4,5 4,5 4,5	12 11 12,5 11,5 11 12	2 1 0,5 1,5 2,5 1	I_B TEST: 52 48'	$\Delta a = -0,5$ $\Delta t = +0,4$
Media en mm	3,8	8,9	1,9	4,2	11,7	1,4	Cociente:	+0,3
" μV		162	34		213	25		
Minuto <u>21</u>	3 3 3,5 3 3,5	11 11 11,5 11 11,5 12	3 3 3 3,5 2,5 2,5	4,3 4 4 4 4	15,5 15 14,5 15,5 14,5 15,5	2 2,5 3 2 3 2	I_B TEST: 82 16'	$\Delta a = -0,5$ $\Delta t = +0,9$
Media en mm	3,2	11,3	2,9	4,1	15,1	2,4	Cociente:	+0,33
" μV		205	53		274	44		

Clave: 7-2

Hoja 14

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables I_s T_{EIT}	Resumen
	b_1	b_2	a	b_1	b_2	a		
Minuto 25	2	14,5	5	3,	17,5	3,5	16226	$\Delta a = - 1,1$ $\Delta t = + 0,88$
	2	14,5	4,5	3	17	3		
	2,3	14	5	3-	18	3,5		
	2	15	5	3	17,5	4		
	2,5	15	5	3	16,5	4		
		15,5	4,5		17,5	4		
Media en mm	2,12	14,7	4,8	3	17,3	3,7	Cociente:	+0,17.
" μV		267	87		324	67		
Minuto 								
Media en mm							Cociente:	
" μV								
Minuto 								
Media en mm							Cociente:	
" μV								

Resumen: Media de a

Σ
1,6
1,3
1,1
1,2
1,9
2,9
4,8

\rightarrow MEDIA = 2,1

Σ
0,6
0,7
1
0,9
1,4
2,4
3,7

\rightarrow MEDIA = 1,5

C.S.I.C INSTITUTO DE OPTICA

ELECTRORETINOGRAPHIA

Factores constantes: 3' adaptación

Observador

Fecha: 10-11-67

2' puesta electrodos 5' adaptación

LUPIANEZ

Capítulo: PERTURBACION

Factores variables:

ISOTOPICA B

TEST: 87 16'

Control: G.º FRANCO

Observaciones:

PUPILA: 2 mm

Clave

CAMPO: 12 NITS

PERTURBACION: 6 V

S-3

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto <u>1</u>		12	4		9,5	2,5	I_s C+1,8	
		14	3,5		9	3		
		10,5	3		9,5	2,5		
		10	3,5		9	2,5		
		10,5	3,5		9,5	3		
		10,5	3,5		9	3		
Media en mm		10,8	3,5		9,2	2,7	Cociente: - 0,1	
" μV		216	70		184	54		
Minuto <u>5</u>		11	3,5		9	2	I_s C+0,9	
		11	4,5		9,5	2,5		
		11,5	3		9,5	2,5		
		11	3,5		9,5	3		
		11	3		9,5	2,5		
		11	3		9,5	3		
Media en mm		11,1	3,6		9,3	2,6	Cociente: - 0,2	
" μV		222	72		186	52		
Minuto <u>9</u>		11,5	3,5		12	2	I_s C+0,6	
		12,5	3		12,5	2		
		12,5	3,75		12	2,5		
		12	3		12	4		
		12,5	3		11	2		
		13	3,5		12,5	2		
Media en mm		12,3	3,3		12	2,4	Cociente: - 0,02	
" μV		246	66		240	48		

Clave **S-3**
Hoja II

Ondas	CON PERTURBACION			SIN PERTURBACION			Variables I_8	Resumen
	b_1	b_2	a	b_1	b_2	a		
Minuto 13		10,5 11 11 10,5 10 12	3 3,5 4 3,5 3,5 4		12 12 14,5 13 13,5 13 13	2 2 2 2 2 2,5 2		
Media en mm " μV		10,8 216	3,6 72		13 260	2,1 42	Cociente: +0,2	
Minuto 17		11 12 11 12,5 12,5 14,5	3,5 3 3,5 3,5 3 2,5		12,5 13 13 13 12,5 13,5 13,5	2 2 2 3 3 2,5 2,5	I_8 $C+0,6$	
Media en mm " μV		11,7 234	3,2 64		13 260	2,4 48	Cociente: +0,1	
Minuto 21		10,5 10 10,5 9,5 10 10	2,5 3 2,5 2,5 3 3		11 10,5 11,5 12 11 11,5 11,5	2 1,5 1,5 2,5 2 2 2	I_8 $C+0,9$	
Media en mm " μV		10,1 202	2,7 54		11,3 226	1,9 38	Cociente: +0,1	

Clave **G-3**
 Hoja III

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Varia- bles	Resumen	
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a			
Minuto <div>25</div>		10	2,5		11,6	2	I8 C+1,8		
		10,5	3		11	2,5			
		10,5	3,5		11,6	3			
		11	3		11,6	2,5			
		11	3		11,5	2,5			
		11	3		11,5	2,5			
					11	2			
					11	2,5			
Media en mm		10,7	3		11,3	2,4	Cociente:		10,06
" μV		214	60		226	48			
Minuto <div></div>									
Media en mm							Cociente:		
" μV									
Minuto <div></div>									
Media en mm							Cociente:		
" μV									

C.S.I.C INSTITUTO DE OPTICA

ELECTRORETINOGRAFIA

Factores constantes: 5' preadaptacion Observador

Fecha: 15-III-67

2' punto eléctrico 5' adaptacion

ARBAIZAGOTIA

Capitulo: PERTURBACION

Factores variables:

FOOTPICK

TEST: 82 AL

Control: G. FRANKO

Observaciones:

PUPILA: 2mm

Clave

CAMP: 43 NITS

PERTURBACION: 6V

T-1

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto 1		10 10 9,5 10,5 11	3 2 2,5 2 3		13 12 13 13,5 12 13,5	2 2 2 2 2,5 2	I _g C.C.	
Media en mm " μV		10,2 186	2,5 45		12,8 233	2,4 38	Cociente: +0,25	
Minuto 5		9,5 11 11,5 11 10,5 11,5	5,5 3 2,5 3 2 3		12 11,5 11,5 11 12,5 11	1,5 2,5 2 2,5 3,5 2	I _g C.C.	
Media en mm " μV		10,8 196	2,7 49		11,6 240	2,2 40	Cociente: +0,074	
Minuto 5					12 11,5 11,5 11,5 12,5 11,5 11,5 12	2 2 2,5 2 2 2 2 2	I _g C.C.	
Media en mm " μV					11,7 213	2 36	Cociente: +0,083	

Clave **7. 1**Hoja 11

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto 9		11,5 11 11,5 11 11,5	2,5 3 2,5 2,5 2,5		13 12,5 12,5 14,5 13	2 2,5 2 — 2,5	I _g c.c.	
Media en mm " μV		11,3 205	2,6 47		13,1 238	2,2 40	Cociente:	+0,13
Minuto 13		11,5 11,5 11,5 10 11 10,5	3,5 4 2,5 3 2 —		16 13 12 12 12 12,5	2,5 2 1,5 2,5 2 3	I _g c.c.	
Media en mm " μV		11 200	3 55		14,9 236	2,2 40	Cociente:	+0,08
Minuto 13					12,5 14 12,5 13 12,5 12,5	2,5 1,5 2 2 2 2	I _g c.c.	
Media en mm " μV					12,8 233	2 36	Cociente:	+0,16

Clave T-1
 Hoja 11

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuta <div><div>17</div></div>		11,5	2,5		13	2	I _g c.c.	
		11	3		12,5	2,5		
		11	2,5		12,5	2		
		11	2,5		12,5	2,5		
		11,5	2,5		12,5	2		
		11,5	2,5		12,5	2,5		
Media en mm		11,2	2,6		12,6	2,2	Cociente: +0, 12	
" μV		204	47		229	40		
Minuta <div></div>								
Media en mm							Cociente:	
" μV								
Minuta <div></div>								
Media en mm							Cociente:	
" μV								

C.S.I.C INSTITUTO DE OPTICA

ELECTRORETINOGRAPHIA

Factores constantes: 2' adaptación

Observador

Fecha: 30-IV-672' electrode case 1' op.ARBAI-BAQUITACapítulo: PERTURBACIONFactores variables: 5' adapt. campo
CANPA-12AUSHOMPCA FTEST = 16-26'Control: Jº FRANCO

Observaciones:

PUPILA = 2mm

Clave

T-4PERTURBACION = 6V

SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
Ondas	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂		
Minuto <div>1</div>		9	2		12.5	2.75	I _g c.c. Pasoit 20ms
		10	2.5		13	2.5	
		10	3		12.5	2.5	
		10	2		11.5	2.5	
		10	3		13	3	
		10	3		12	2.75	
Media en mm		9.8	2.6		12.6	2.6	Cociente: + 0.22
" μV		196	52		252	52	
Minuto <div>1</div>					15.5	2	C.L.
					13.5	2	
					14	2	
					14	2	
					14	2	
					15	2	
Media en mm					14.3	2	Cociente: + 0.47
" μV					286	40	
Minuto <div>5</div>		10	3		15	2.5	C.L.
		12	3		14.5	2	
		12	3		16	3	
		10.5	2.5		15	2.5	
		11.5	3		14.5	2.5	
		11	2				
Media en mm		11.1	2.9		15	2.5	Cociente: + 0.35
" μV		222	58		300	50	

Clave T-4
Hoja II

Ondas	Sin			Con			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto 5					13 12 12 13 12 12	3 3,5 3 4 2,5 2,5	c.c.	
Media en mm " μV					12,3 246	3,4 62	Cociente: +0,1	
Minuto 9		12 12 12 12 11,5	3,5 3,5 3,5 3 3		13 12 12 12 13 12,5	3 4 3 3,5 4 3	c.c.	
Media en mm " μV		11,9 238	3,3 66		13,1 262	3,4 68	Cociente: +0,1	
Minuto 9					16,5 15 14 14 15 15	3,5 3 3 3 3 3,5	c.c.	
Media en mm " μV					14,6 292	3,1 62	Cociente: +0,2	

Clave T-4

Hoja 10

Ondas	SIN			CON			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto <u>13</u>		12 12.5 13 13 13 13	4 4.5 4 3 3 4		15 15 15 15 16 16.5	4 3 3 2 3 3	C.L.	
Media en mm		12.6	3.75		15.1	3	Cociente: + 0.2	
" μV		252	65		302	60		
Minuto <u>13</u>					16 16 13 12.5 13 16.5 16 13	3.5 4 3 4 4 4 3.5 3	C.C.	
Media en mm					14	3.5	Cociente: + 0.14	
" μV					280	70		
Minuto <u> </u>								
Media en mm							Cociente:	
" μV								
Resumen		C.C. +0.12 +0.1 +0.1 +0.14 ↓ MEDIA = +0.13			C.L. +0.47 +0.35 +0.2 +0.3 ↓ MEDIA = +0.30			

C.S.I.C INSTITUTO DE OPTICA

ELECTRORETINOGRAPHIA

Factores constantes: 5' fundaflex

Observador

Fecha: 21-IV-64

2' punta electrodos 5' adaptacion

HERRERA

Capitula: PERTURBACION

Factores variables: TEST = 8° 16'

TROPICA

CAMPO = 12 NITS

Control: G. FRANCO

Observaciones:

PUPILA = 2mm

Clave

PERTURBACION = 6V

H-8

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto <u>1</u>		4	1,5		5	1	I ₂	$\Delta a = -0,2$
		4,5	1		4	1,5		
		4,5	1,5		5	2		
		5	2		4,5	1,5		
		5	1,5		5	1		
		4	2		4,5	1,5		
Medio en mm		4,5	1,6		4,4	1,4	Cociente: +0,04	
" μV		90	32		94	28		
Minuto <u>5</u>		10,5	5		11,5	4	I ₃₆	$\Delta a = -0,1$
		10	4,5		12	4,5		
		10,5	5		12	4,5		
		10,5	6		12	5,5		
		11	4		12,5	4		
		10,5	4,5		12,5	4,5		
Medio en mm		10,5	4,6		12,1	4,5	Cociente: +0,1	
" μV		210	92		242	90		
Minuto <u>9</u>		5	1,5		6,5	2	I ₄	$\Delta a = -0,1$
		5,5	2,5		6,5	2,5		
		6	2,5		6	2		
		5,5	2,5		6	2,5		
		5,5	2		6,5	2		
		5	2		6,5	1,5		
Medio en mm		5,4	2,2		6,3	2,1	Cociente: +0,2	
" μV		108	44		126	42		

Clave H-8
Hoja 11

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto 13		10 10 10,5 11 11 11,5	5 4,5 4,5 4,5 4 5		12,5 12 12,5 12 12,5 12	5 4 5 4,5 4,5 4	I ₁₆	$\Delta a = -0,1$
Media en mm " μV		10,7 214	4,6 92		12,2 244	4,5 90		
Minuto 17		3,5 3 3 3 3 3,5	3 1,5 1,5 1,5 1 1,5		2,5 4,5 4 3,5 2,5 2,5 2	1,5 0,5 1 1,5 1 2 1,5	I ₁	$\Delta a = -0,4$
Media en mm " μV		3,2 64	1,7 34		3,1 62	1,3 26		
Minuto 21		1 6,5 7 8,5 8 6 7	3,5 4 2,5 3,5 3 3,5 3		10 8,5 9 8,5 7 8 8	4,5 3 3,5 4 3,5 3,5 3,5	I ₈	$\Delta a = +0,3$
Media en mm " μV		7,1 142	3,3 66		8,4 168	3,6 72		

C.S.I.C INSTITUTO DE OPTICA

ELECTRORETINOGRAMA

Factores constantes: 5' adaptacion ObservadorFecha: 28-IV-672' preadaptacion - 10' adaptacionOREYASCapitulo: PERTURBACIONFactores variables: PUPILA: 2mmTODOPICA ETEST ROSA TOTALControl: 8º FRANCO

Observaciones:

CAMPO ROSA TOTAL

Clave

PERTURBACION TOTAL Y AZULL-19

Ondas	SIN PERTURBACION			CON PERTURBACION			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto <u>1</u>	1,5	3,5	0,5	1,5	5,5	0,5	I _g P. ROSA Lumin 30μ	$\Delta a = -0,4$
	2	6,5	1	2	5	0,5		
	1,5	4	1	2	5	0,5		
	1,5	4,5	0,5	1,5	5	0,5		
	2	5	1	1,5	3,5	0,5		
				2	4	0,5		
Media en mm	1,7	4,9	0,8	1,7	4,6	0,4	Cociente: 0	-0,06
" μV	30,9	89	14,5	30,9	83,6	7,2		
Minuto <u>1</u>				2	4	0,5	P. AZUL	$\Delta a = -0,3$
				1	4	0		
				1,5	4,5	1		
				2	4,5	0,5		
				1,5	5	0,5		
				2	5	0,5		
Media en mm				1,6	4,5	0,5	Cociente: -0,05	-0,08
" μV				29	84,8	9		
Minuto <u>5</u>	3,5	7	1	3	7	0,5	Lumin 20μV P. AZUL	$\Delta a = -0,3$
	3	8	1	2,5	9	0,5		
	2,5	8	1	2	8	1		
	2,5	6	1,5	2,5	7,5	0,5		
	2	8	0,5	2,5	7,5	1		
	2	7	1	2	7	1		
Media en mm	2,6	7,3	1	2,4	7,6	0,7	Cociente: -0,07	+0,04
" μV	47,2	132,7	18	43,5	138,1	12,7		

Clave L-19
Hoja 11

Ondas	Sin			Con			Variables	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto 5				2,5 3,5 3,5 4,5 2	8,5 8 8 7 7	0,5 1 1 0,5 1	Ig P. Rosa	$\Delta a = -0,2$
Media en mm " μV				2,8 50,9	7,7 140	0,8 14,5	Cociente: +0,07	+0,05
Minuto 9	3,5 3,5 2,5 2,5 2,5 3,5	10 9,5 7,5 8,5 7,5 8	0,5 0,5 1 1 1,5 1	3 3 3 3 2 2	10,5 9 10 9,5 9 9	0,5 0 0,2 0,5 0,3 0,2	P. Rosa	$\Delta a = -0,6$
Media en mm " μV	3 54,5	8,5 154,5	0,9 16,3	2,6 47,2	9,5 172,7	0,3 5,5	Cociente: -0,1	-0,1
Minuto 9				2 3 2 3,5 2,5 2,5	8 8,5 7,5 9 9,5 10	1 1 0,5 0,5 0,5 1	P. Rosa	$\Delta a = -0,2$
Media en mm " μV				2,6 47,2	8,7 158	0,7 12,7	Cociente: -0,1	+0,02

Clove L-19

Hoja 18

Ondas	SIN			CON			Variables \bar{I}_V	Resumen
	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a		
Minuto <u>13</u>	3 3 3 3 4 2,5	8 8,5 9 9 10 10	1 1 1 1 1 1	2 2,5 4 3 3 2	7,5 9 11 8,5 9 9	1 1 1 0,5 1 0,5	P. Azul	$\Delta a = -0,2$
Media en mm " μV	3 54,5	9 163,6	1 18	2,7 49	8,8 160	0,8 14,5	Cociente:	-0,1 -0,02
Minuto <u>13</u>				2,5 3 3 3,5 2,5 3,5	7,5 9 9 8,5 8,5 9,5	0,5 1 0,5 1 1 0,5	P. Rojo	$\Delta a = -0,3$
Media en mm " μV				3 54,5	8,8 160	0,7 12,7	Cociente:	0 -0,02
Minuto <div></div>								
Media en mm " μV							Cociente:	

Resumen: Media de A

$\begin{matrix} 0,8 \\ 1 \\ 0,9 \\ 1 \\ 1 \end{matrix}$
 MEDIA = 0,925

$\begin{matrix} 0,5 \\ 0,5 \\ 0,3 \\ 0,3 \\ 0,3 \\ 0,3 \\ 0,7 \\ 0,8 \\ 0,7 \end{matrix}$
 \rightarrow MEDIA = 0,61

T A B L A 2-I

Valores de $\Delta a/a$ para distintos estados de adaptación

Observador	Oscuridad	30 nits
E	-0,64	-0,25
H	-0,64	-0,20
R	-0,44	-0,20
Media	-0,57	-0,21

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	30 nits	Blanca
e	5° 43'	fovea	I_{16}	Blanca
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 2-II

$\Delta a/a$ para distintos estados de adaptación

Observador	0,13 nits	1,25 nits	5 nits	12 nits
L	-0,30	-0,54	-0,57	-0,30
X	-0,67	-0,82	-0,53	-0,46
U	-0,74	-0,42	-0,39	-0,15
Media	-0,57	-0,59	-0,42	-0,31

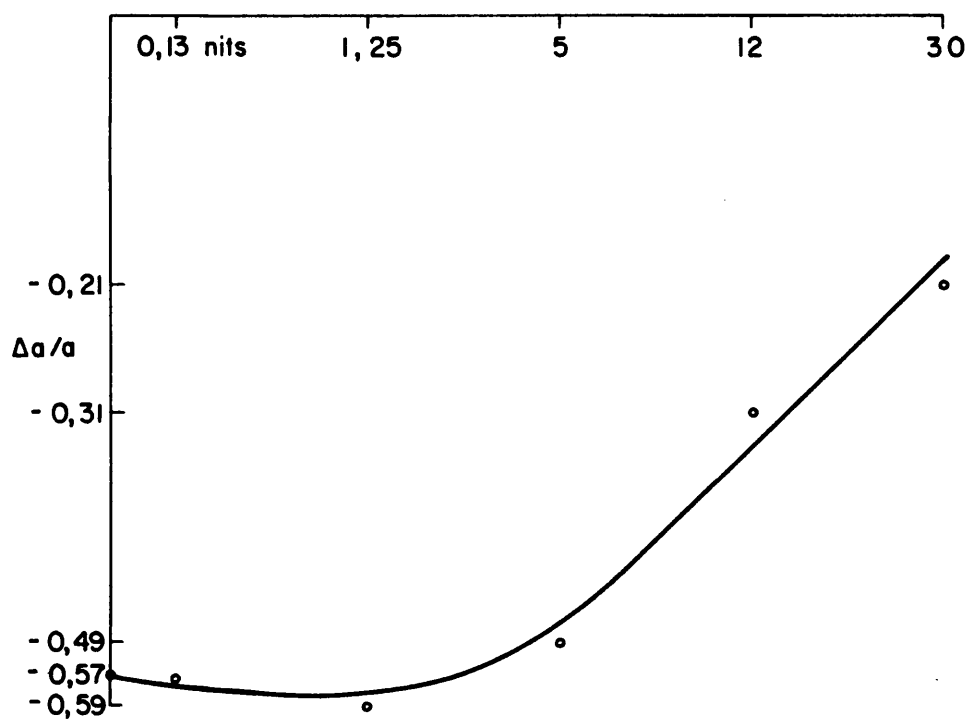
	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	Variable	Blanca
e	8° 16'	fovea	I_8	Blanca
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 2-III

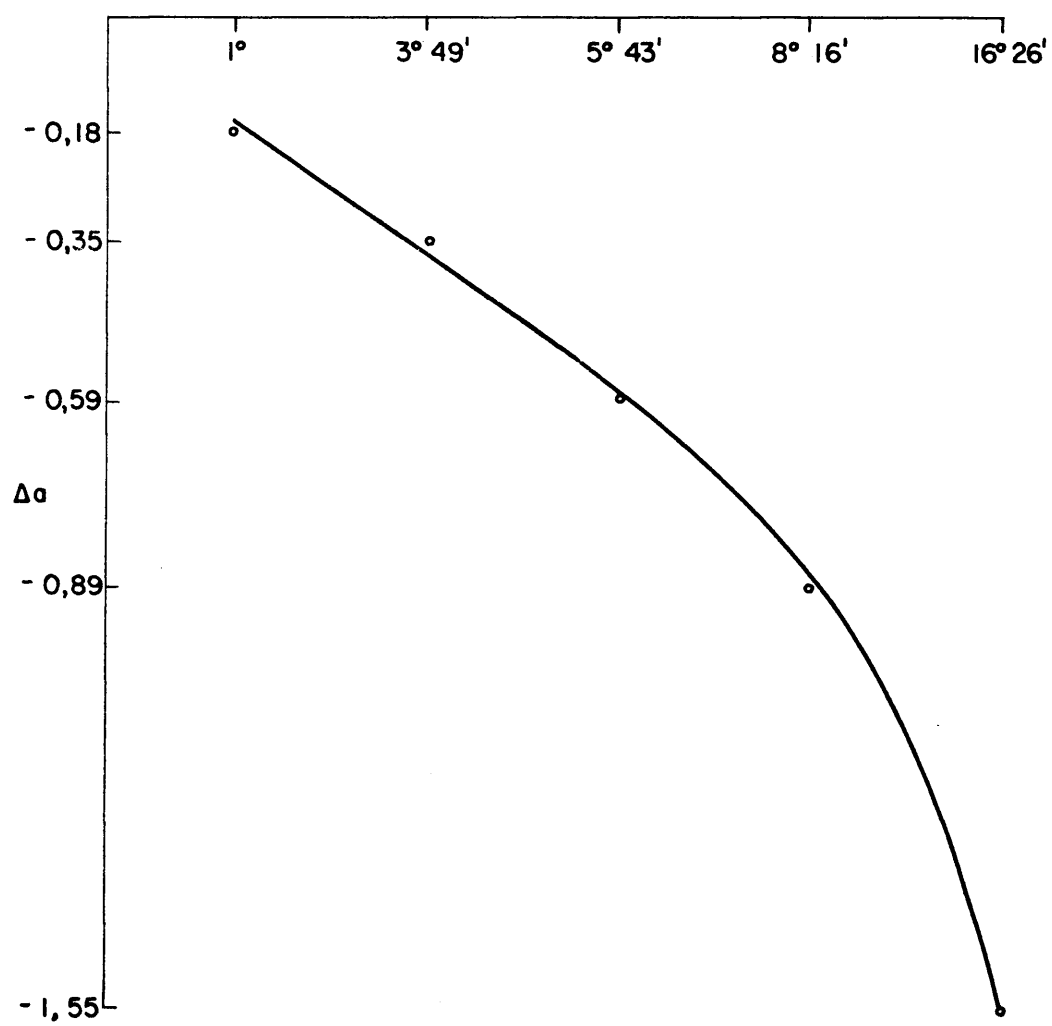
Medias de Δa al variar el tamaño del test

Observador	Test 1°	Test 3°49'	Test 5°43'	Test 8°16'	Test 16°26'
X	+0,18	-0,73	-1,16	-1,75	-2,20
O	-0,13	-0,60	-1,00	-1,05	-2,05
F	-0,25	-0,52	-0,83	-1,80	-2,80
T	-0,30	-0,30	-0,50	-0,50	-1,10
C	+0,60	+0,30	-0,30	-0,85	-0,60
U	-0,50	-0,70	-0,80	-0,60	-1,10
J ₂	+0,10	-0,40	-0,66	-0,65	-1,90
J ₁	-0,27	0,00	-0,05	-0,60	-1,00
K ₂	-0,25	-0,60	-0,60	-0,90	-1,75
Media	-0,18	-0,35	-0,59	-0,89	-1,55

El recuadro correspondiente a las constantes de trabajo se puede ver en la tabla 3-5-II



Gráfica 2.1



Gráfica 2.2

AMPLITUDES DE LA ONDA "A" EN EL ERG ESCOTOPICO

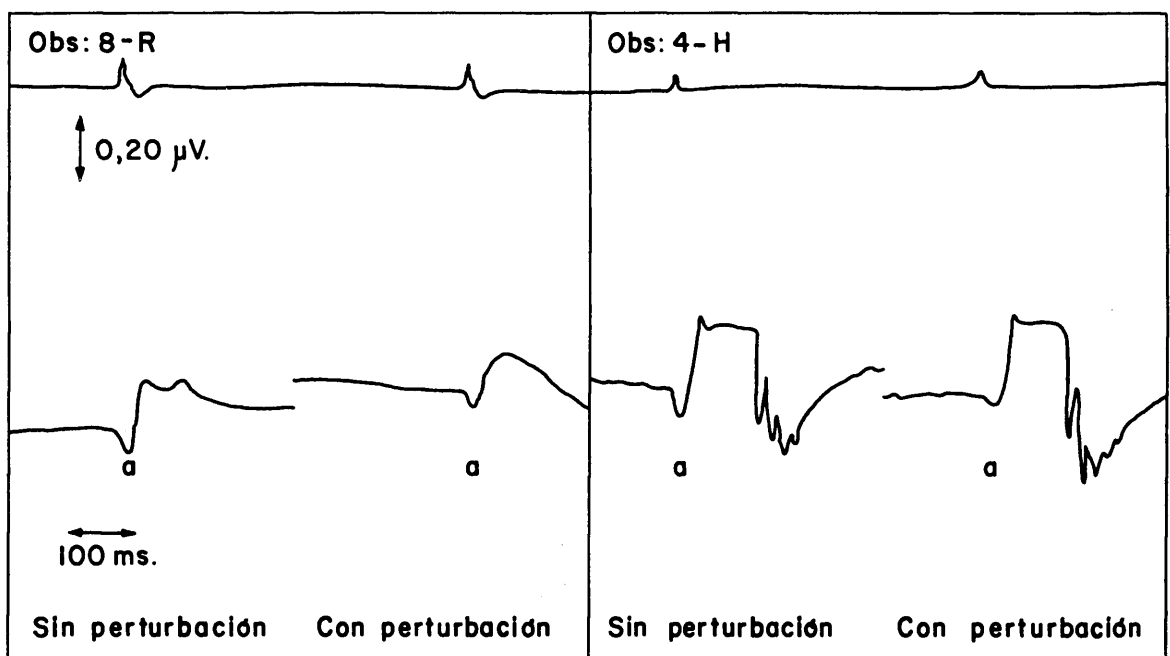


Fig. 2.1

T A B L A 3-1-I

ERG Escotópico
(oscuridad)ERG Fotópico
(30 nits)

Obs	Amplitud de b_2 sin perturbación	$\Delta b_2/b_2$ debido a la perturbación	Amplitud de b_1 sin perturbación	$\Delta b_1/b_1$ debido a la perturbación
A	$0,14 \pm 0,005$ mV.	-36%	$0,14 \pm 0,005$ mV.	14%
E	$0,15 \pm 0,005$ "	-53%	$0,10 \pm 0,005$ "	40%
G	$0,38 \pm 0,01$ "	-66%	$0,13 \pm 0,005$ "	38%
H	$0,25 \pm 0,01$ "	-68%	$0,13 \pm 0,005$ "	23%
L	$0,18 \pm 0,005$ "	-61%	$0,08 \pm 0,005$ "	38%
N	$0,20 \pm 0,005$ "	-65%	$0,14 \pm 0,005$ "	-14%
P	$0,37 \pm 0,01$ "	-51%	$0,13 \pm 0,005$ "	38%
R	$0,22 \pm 0,005$ "	-37%	$0,10 \pm 0,005$ "	40%

Valor medio: -55%

Valor medio: +33%

Las diferencias en valores absolutos no son sorprendentes, ya que, debido a razones técnicas, la intensidad del flash no era la misma para los distintos observadores. No se toman en cuenta los resultados del observador N en los cálculos de la media de b_1

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	Variable	Blanca
e	5° 43'	fovea	Variable	Blanca
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-1-II

T A B L A 3-1-III

Variación del cociente I_1 b/b en función del campo de adaptación y de la intensidad del test

Observador	0,13 nit	5 nits
U	-0,20	-0,01
L	-0,25	+0,05
X	-0,20	+0,10
Media	-0,21	+0,05

Observador	0,13 nit	5 nits
U	-0,02	+0,18
L	-0,02	+0,09
X	-0,09	+0,25
Media	-0,04	+0,17

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	Variable	Bianca
e	8° 16'	fovea	I_1	Bianca
e ₁	7°	fovea	8000 nits	Bianca

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	Variable	Bianca
e	8° 16'	fovea	I_8	Bianca
e ₁	7°	fovea	8000 nits	Bianca

T A B L A 3-1-IV

Medida de Δb al variar el campo

Observador		Oscuridad	0,13 nit	1,25 nits	5 nits	12 nits
L	I	+0,33	+0,54		+0,71	
	I ₄		+0,57	+0,92	+0,97	+0,27
	I ₈		+0,13	+0,97	+0,52	+0,74
X	I		+1,10		+1,45	
	I ₂		+1,70	+1,52	+1,87	+1,57
	I ₄		+1,31	+0,92	+1,75	+1,45
U	I ₁		+1,70		+1,32	
	I ₂		+0,20	+0,50	+0,50	+0,60
	I ₈		+0,54	+0,77	+0,69	+0,75
Media			+0,66	+0,93	+1,08	+0,89

Valores dados en mm

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	Variable	Blanca
e	8° 16'	fovea	Variable	Blanca
e _i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-2-I

I de perturbación	0,8 nits	8 nits	125 nits	1000 nits	2000 nits	8000 nits
B	+0,02	+0,05	+0,20	+0,15	+0,20	+0,25
C		+0,01	+0,10	+0,05	+0,07	+0,15
S			0,00	+0,08	+0,08	+0,15
Media	0,00	+0,02	+0,10	+0,093	+0,116	+0,18

Variación del cociente $\Delta b/b$ según la intensidad de la perturbación

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	12 nits	Blanca
e	8°16'	fovea	I ₈	Blanca
e ₁	7°	fovea	Variable	Blanca

T A B L A 3-3-I

Valores de $\Delta b/b$

Observador	Zonas correspondientes C.C.	No correspondientes C.L.
V	+0,17	+0,02
T	+0,148	+0,07
S	+0,30	+0,21
F	+0,34	+0,21
U	+0,31	+0,18
Media	+0,251	+0,138

Nota: C.C. corresponde la perturbación a mácula

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	12 nits	Blanca
e	8° 16'	fovea	I_3	Blanca
e _i	7°	Variable	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-3-II

Valores de $\Delta b/b$

Observador	Zonas correspondientes C.C.	No correspondientes C.L.
T	+0,09	+0,18
V	-0,03	+0,17
Media	+0,03	+0,175

Nota: C.L. corresponde la perturbación a mácula

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	12 nits	Blanca
e	16° 26'	Variable	I_3	Blanca
e _i	7°	Variable	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-4-I

Observador	I_1	I_2	I_4	I_8	I_{16}
Z	-0,30	-0,35	-0,15	+0,20	+0,15
H	-0,015	+0,11	+0,11	+0,20	+0,10
L	+0,06	+0,07	+0,30	+0,20	+0,16
U	+0,07	+0,11	+0,065	+0,105	+0,095
B	+0,05	+0,13	+0,32	+0,27	+0,25
O		+0,20	+0,20	+0,20	+0,25
V	+0,20	+0,12	+0,08	+0,20	+0,20
Media	+0,009	+0,062	+0,132	+0,136	+0,172

Variación de $\Delta b/b$ al incrementar la intensidad del test

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	12 nîts	Blanca
e	8° 16'	fovea	Variable	Blanca
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-4-II

Observador	I_1	I_2	I_4	I_8
U	-0,01	+0,11		+0,175
L	+0,05	*	+0,17	+0,085
X	0,00	-0,09	+0,14	+0,25

$\Delta b/b$ al variar la I del test

T A B L A 3-4-III

Observador	I_1	I_2	I_4	I_8
U	+0,50	+0,69		+0,20
L	+0,71		+0,97	+0,52
X	+1,45	+1,87	+1,75	+1,32

Medida de $\Delta t/t_0$ con un campo de 5 nits en m seg.

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad,
A	180°	Centrado	5 nits	Blanca
e	8° 16'	fovea	Variable	Blanca
e _i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-5-I

Observador	Test 1°	Test 3° 49'	Test 5° 43'	Test 8° 16'	Test 16° 26'
X	-0,13	-0,25	+0,05	+0,01	+0,06
O	-0,50	-0,17	+0,03	+0,08	+0,15
F	-0,26	-0,06	+0,30	+0,44	+0,29
T	-0,50	+0,20	+0,30	+0,33	+0,17
U	-0,11	0,00	+0,13	+0,14	+0,16
J ₂	-0,50	-0,43	-0,11	+0,07	+0,14
J ₁	-0,30	-0,02	+0,06	+0,25	+0,19
K ₂	-0,24	-0,01	+0,35	+0,30	+0,70
Media	-0,283	-0,125	+0,183	+0,208	+0,30

Variación de $\Delta b/b$ al variar el tamaño del test

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A -	180°	Centrado	5 nits	Blanca
e	Variable	fovea	I _g	Blanca
e _i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-5-II

Observador	Test 1°	Test 3° 49'	Test 5° 43'	Test 8° 16'	Test 1626'
X	-0,22	-0,12	-0,00	+0,08	+0,19
O	-0,38	+0,03	+0,16	+0,35	+0,30
F	-0,23	+0,28	+0,37	+0,25	+0,15
T	-0,17				
C	-0,08	+0,07	+0,16	+0,08	+0,01
B	-0,20	+0,40			+0,18
U	-0,06				
J ₂	-0,35				
J ₁	-0,30				
K ₂	-0,26	+0,31	+0,80	+0,43	+0,46
Media	-0,274	+0,125	+0,208	+0,277	+0,276

Variación de $\Delta b/b$ al variar el tamaño del test

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	5 nits	Blanca
e	Variable	fovea	I ₁₆	Blanca
e _i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-5-III

Medidas de Δt_b al variar el tamaño del test

Observador	Test 1°	Test 3° 49'	Test 5° 43'	Test 8° 16'	Test 16° 26'
X	+1,66	+1,85	+1,90	+1,65	+1,25
O	+1,86	+1,48	+1,40	+1,535	+1,10
F	+0,97	+1,72	+0,94	+1,28	+0,90
T	+0,93	+1,14	+0,40	+0,90	+0,88
C	+0,16	-0,07	+0,50	+1,50	+0,40
B	+1,25	+1,34			+0,30
U	+2,20	+0,30	+0,80	+1,20	+1,30
J ₂	+1,65	+1,47	+2,34	+1,50	+2,75
J ₁	+1,20	+2,80	+1,475	+1,30	+1,25
K ₂	+1,08	+0,87	+0,56	+0,55	+1,32

Datos en mseg.

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	5 nits	Blanca
e	Variable	fovea	I ₈	Blanca
a _i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-6-I

onda b_1

Observador	Campo azul	Campo rojo
F	-0,35	-0,42
V	-0,10	-0,25
A	-0,10	-0,08
O	-0,26	-0,36
B	-0,20	-0,13
L	-0,20	-0,08
H	-0,20	-0,26
U	-0,36	-0,35
Media	-0,23	-0,22

T A B L A 3-6-II

onda b_2

Observador	Campo azul	Campo rojo
F	-0,02	-0,25
V	-0,08	-0,04
A	-0,04	-0,01
O	+0,06	-0,23
B	+2,24	-0,04
L	+0,06	-0,08
H	+0,015	-0,18
U	+0,28	-0,14
Media	+0,33	-0,11

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	Máxima	Variable
e	16° 26'	fovea	I_8	Rojo
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-6-III

Onda b_1

Observador	Campo azul	Campo rojo
F	-0,30	-0,42
V	-0,04	-0,15
A	0,00	0,00
O	-0,30	-0,30
B	+0,15	-0,15
X	-0,26	-0,30
E	+0,10	-0,15
Media	-0,09	-0,21

T A B L A 3-6-IV

Onda b_2

Observador	Campo azul	Campo rojo
F	-0,19	-0,27
V	+0,01	-0,15
A	0,00	-0,04
O	0,00	-0,06
B	+0,04	-0,10
X	-0,05	-0,30
E	+0,20	-0,08
Media	0,00	-0,14

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	Máxima	Variable
e	16°26'	fovea	I_{16}	Rojo
e_1	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-6-V

Observador		$\Delta b_1/b_1$	$\Delta b_2/b_2$
E	I_2	-0,25	-0,15
L	I_{16}	-0,50	-0,21
P	I_2	-0,25	-0,43
	I_{16}	-0,20	-0,15
R	I_8	-0,70	-0,28
	I_{16}	-0,50	-0,09

Ojo adaptado a la oscuridad (estímulo con filtro rojo)

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	oscuridad	Blanca
e	5° 43'	fovea	Variable	Roja
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-7-I

Onda b_1

Observador	Perturbación Azul	Perturbación Roja
F	-0,25	-0,22
J_1	-0,34	-0,22
L	-0,08	-0,05
J_2	-0,27	-0,20

T A B L A 3-7-II

Onda b_2

Observador	Perturbación Azul	Perturbación Roja
F	-0,12	-0,18
J_1	-0,08	-0,03
L	+0,03	+0,02
J_2	-0,20	-0,20

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	Máximo	Rojo
e	16° 26'	fovea	I_8	Rojo
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 3-7-III

Onda b_1

Observador	Perturbación azul	Perturbación Roja
F	-0,31	-0,16
J ₁	-0,40	-0,20

T A B L A 3-7-IV

Onda b_2

Observador	Perturbación azul	Perturbación Roja
F	-0,15	-0,05
J ₁	-0,20	-0,1

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	Máximo	Rojo
e	16°26'	fovea	I ₁₆	Rojo
e _i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

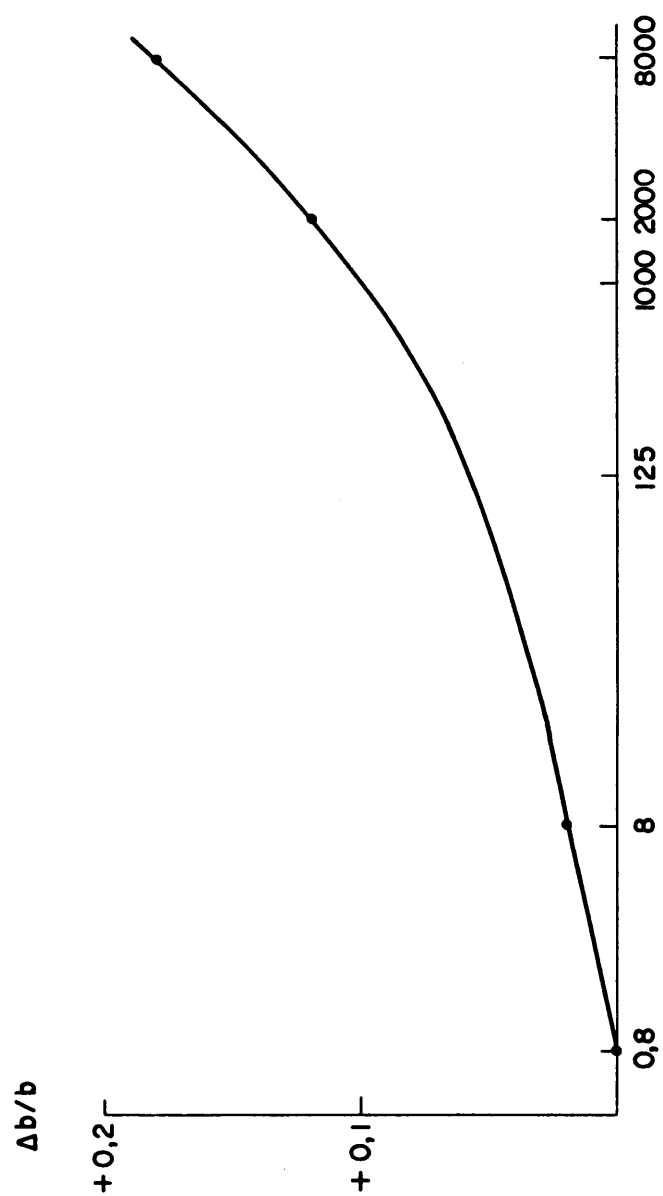
T A B L A 3-8-I

Latencia al variar el campo

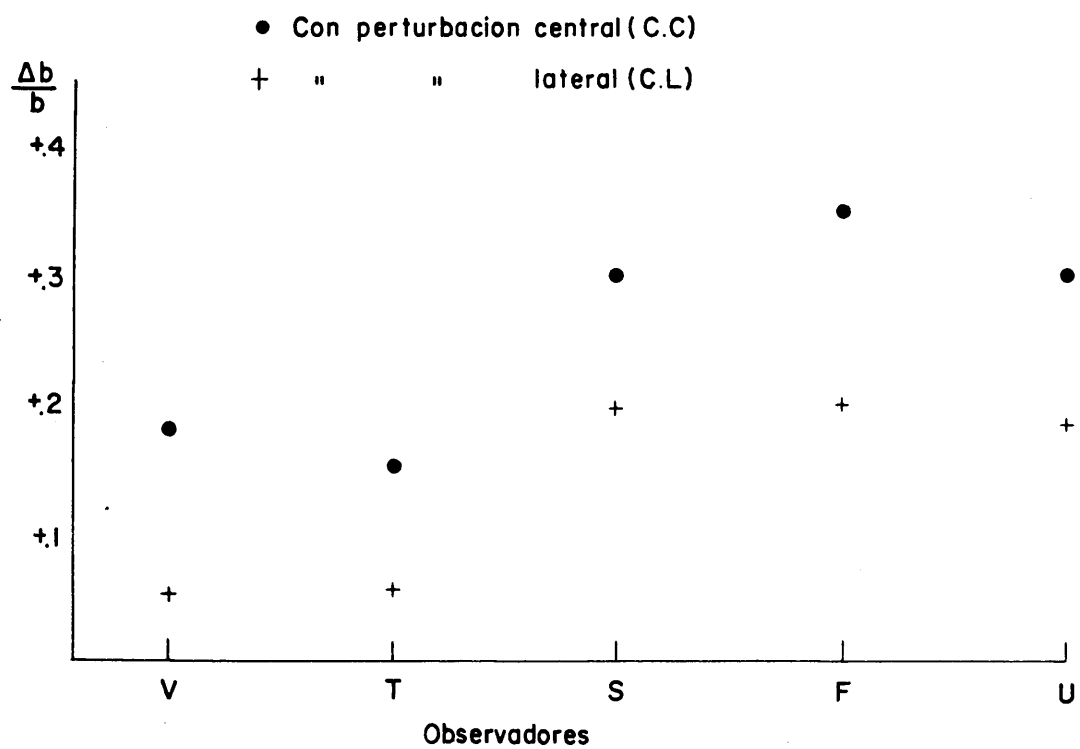
Observador	oscuridad		0,13 nit		5 nits		12 nits	
	S	Δ	S	Δ	S	Δ	S	Δ
U			24,2	+3,3	24,7	+3,3	25	+1
X			21,8	+2,5	21	+1	21,2	+0,6
L	27,5	+8,5	21	+3,6	18,2	+1,6	18,5	+1,1

Los valores están dados en milisegundos

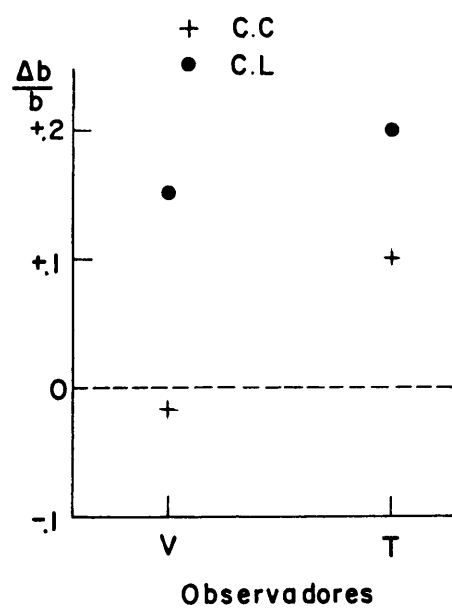
	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	Variable	Blanca
e	8° 16'	fovea	I ₈	Blanca
e ₁	7°	fovea	8000 nits	Blanca



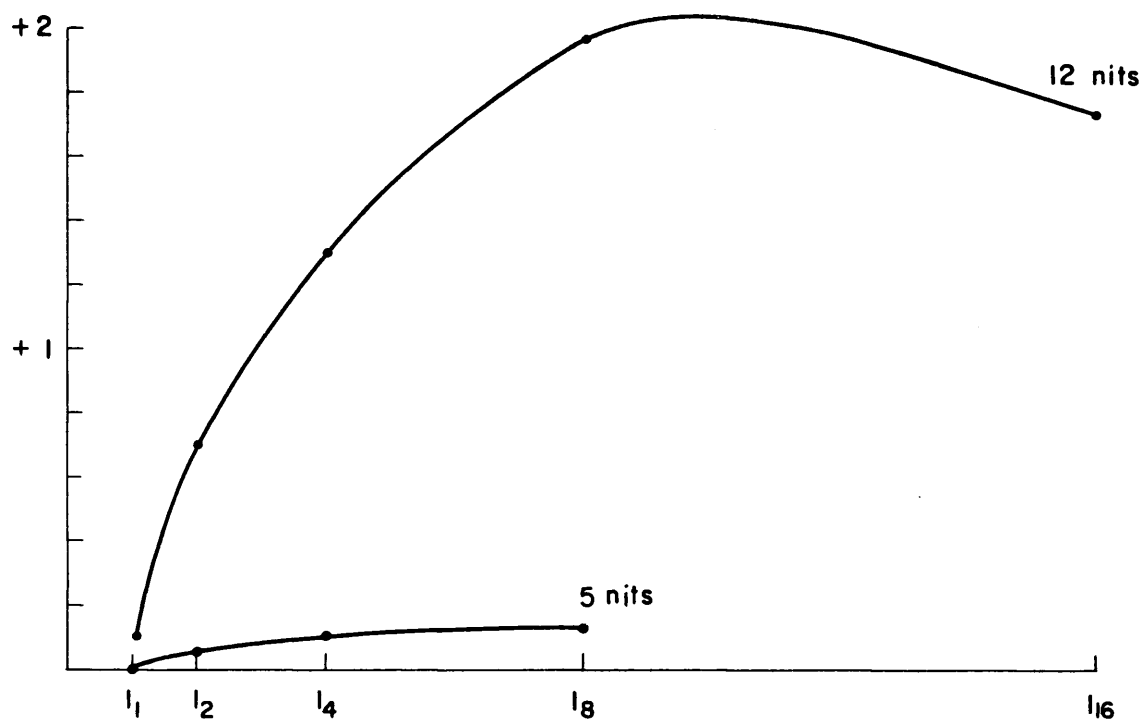
Grafica 3-2.1



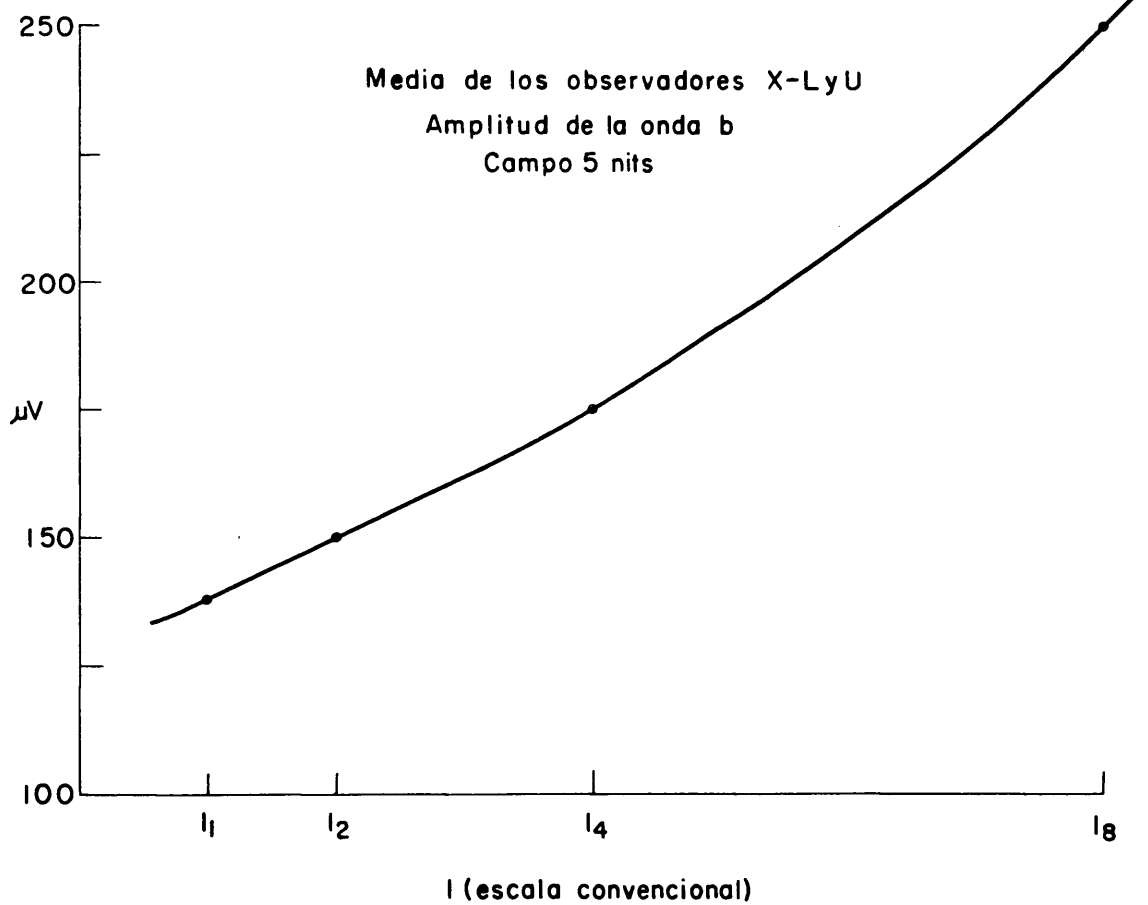
Grafica 3-3-1



Grafica 3-3-2

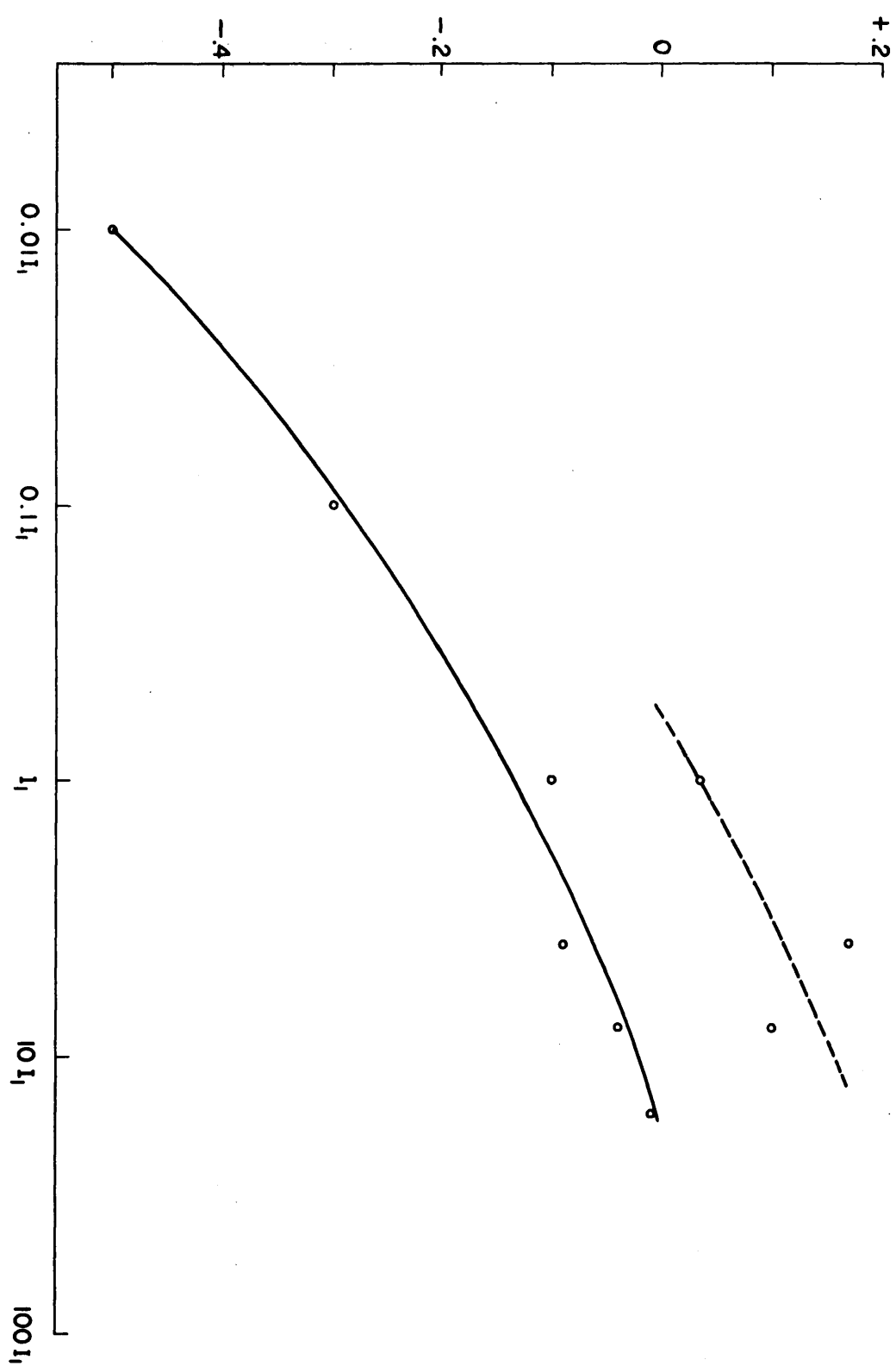


Grafica 3-4-1

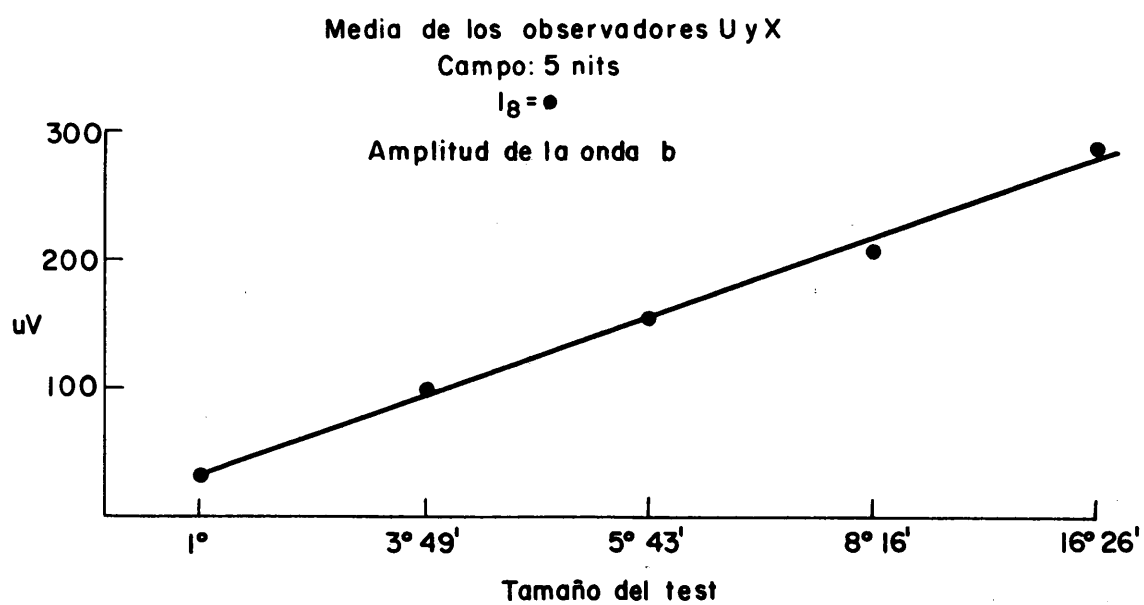
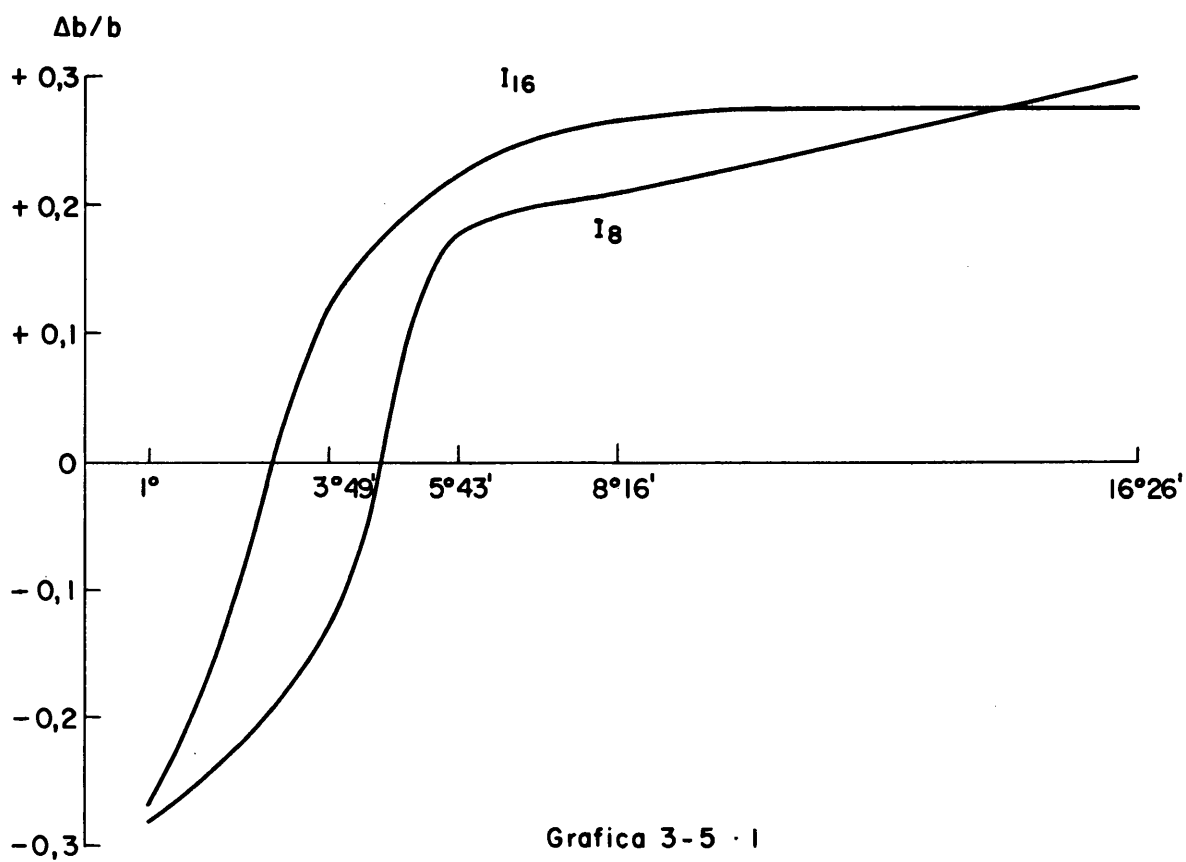


I (escala convencional)

Grafica 3-4-2



Grafica 3-4-3



Grafica 3 - 5 · 2

INFLUENCIA DEL DESLUMBRAMIENTO DE UN OJO
SOBRE EL ERG DEL OTRO

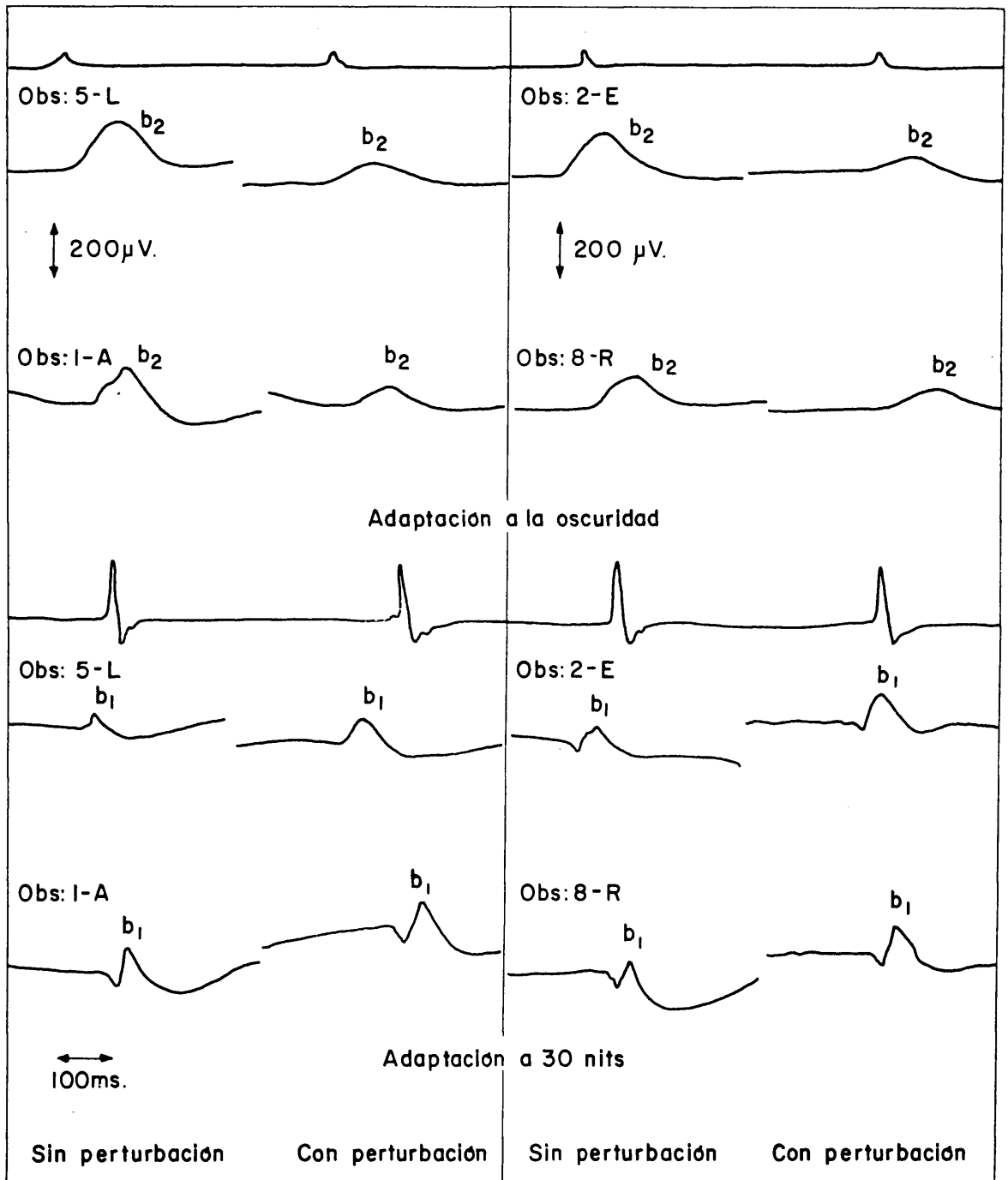


Fig.3-1-1

INFLUENCIA DEL DESLUMBRAMIENTO DE UN OJO SOBRE EL ERG DEL OTRO

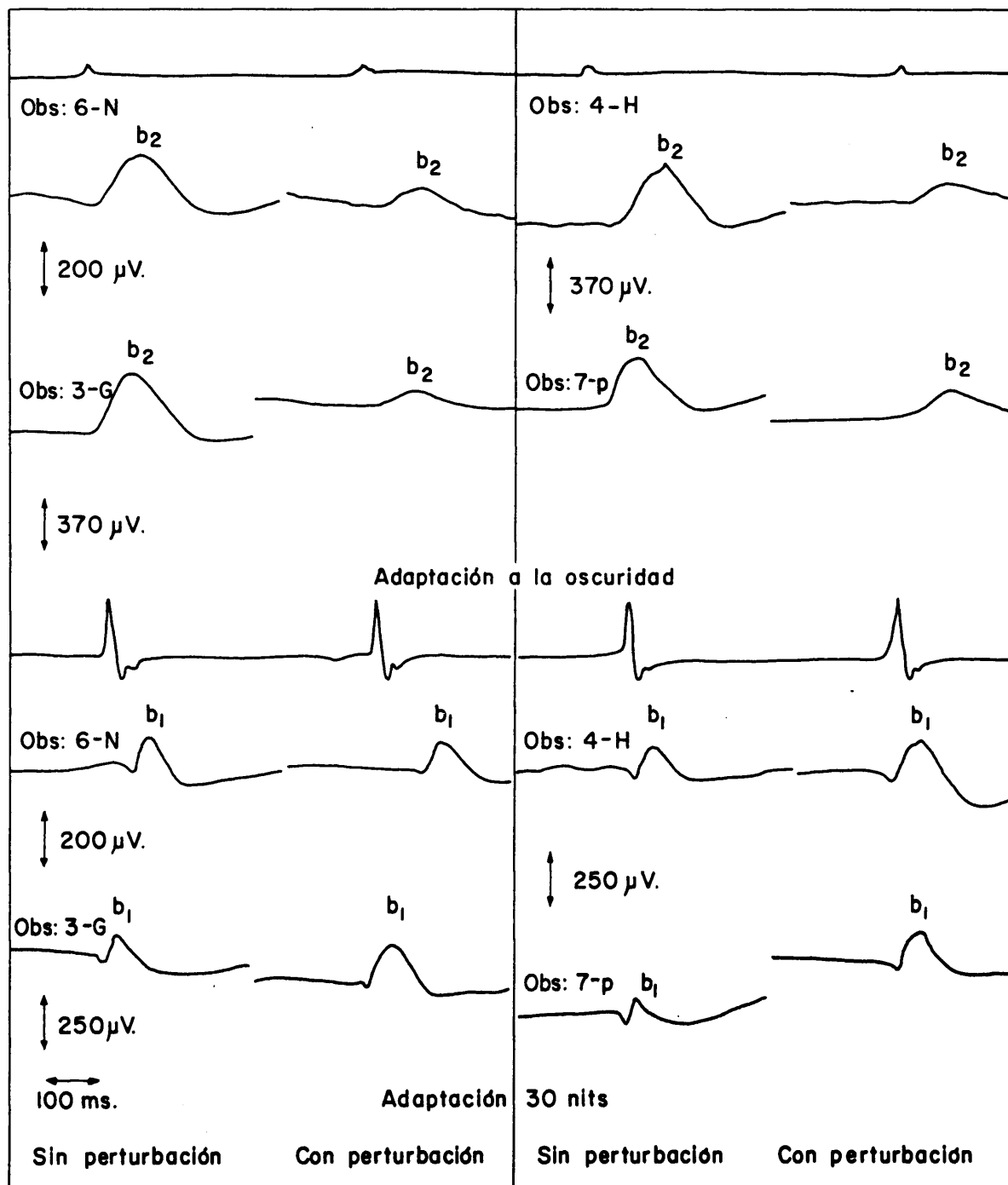


Fig. 3-1-2

VARIACION DEL CAMPO CON UNA MISMA INTENSIDAD DEL TEST
 Intensidad del test: I_2 - Test 8° 16'

Obs: X

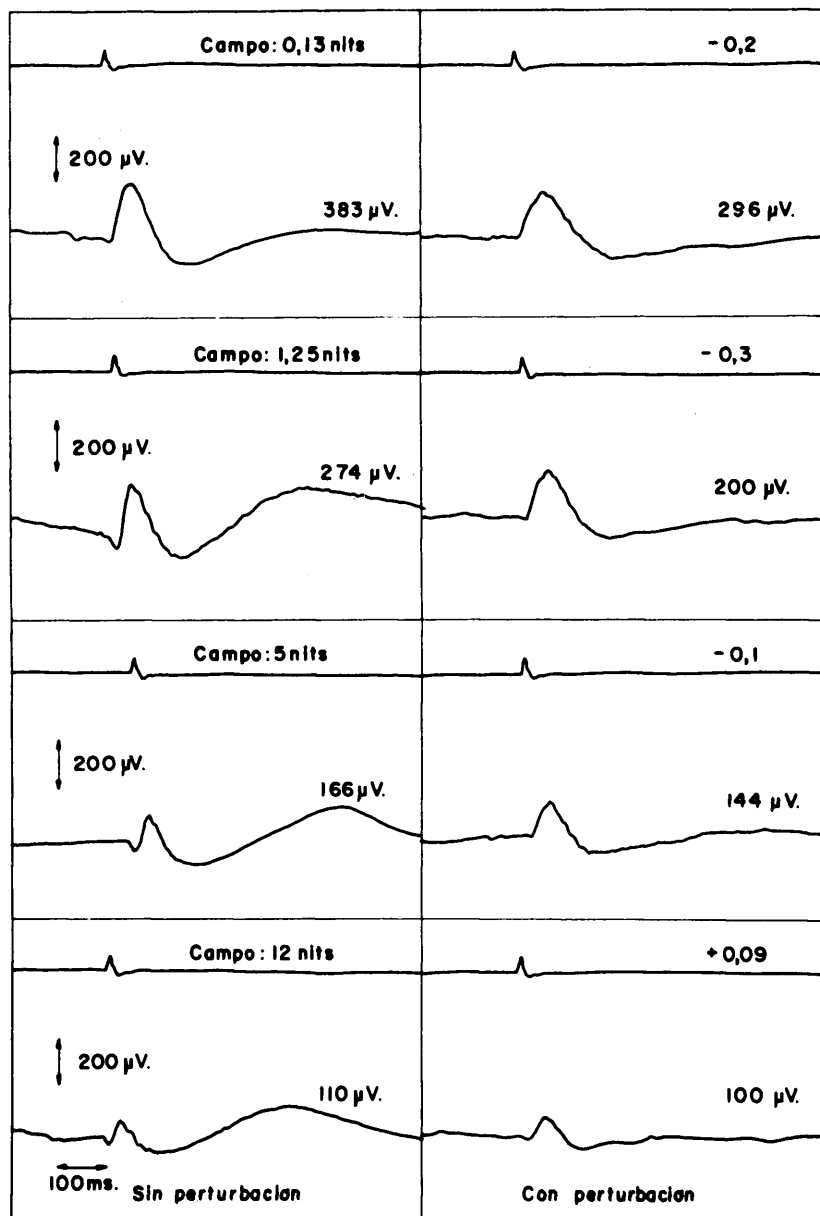


Fig. 3-1-3

VARIACION DEL CAMPO CON UNA MISMA INTENSIDAD DEL TEST
 Obs: X Intensidad del test: 1_4 - Test: $8^{\circ}16'$

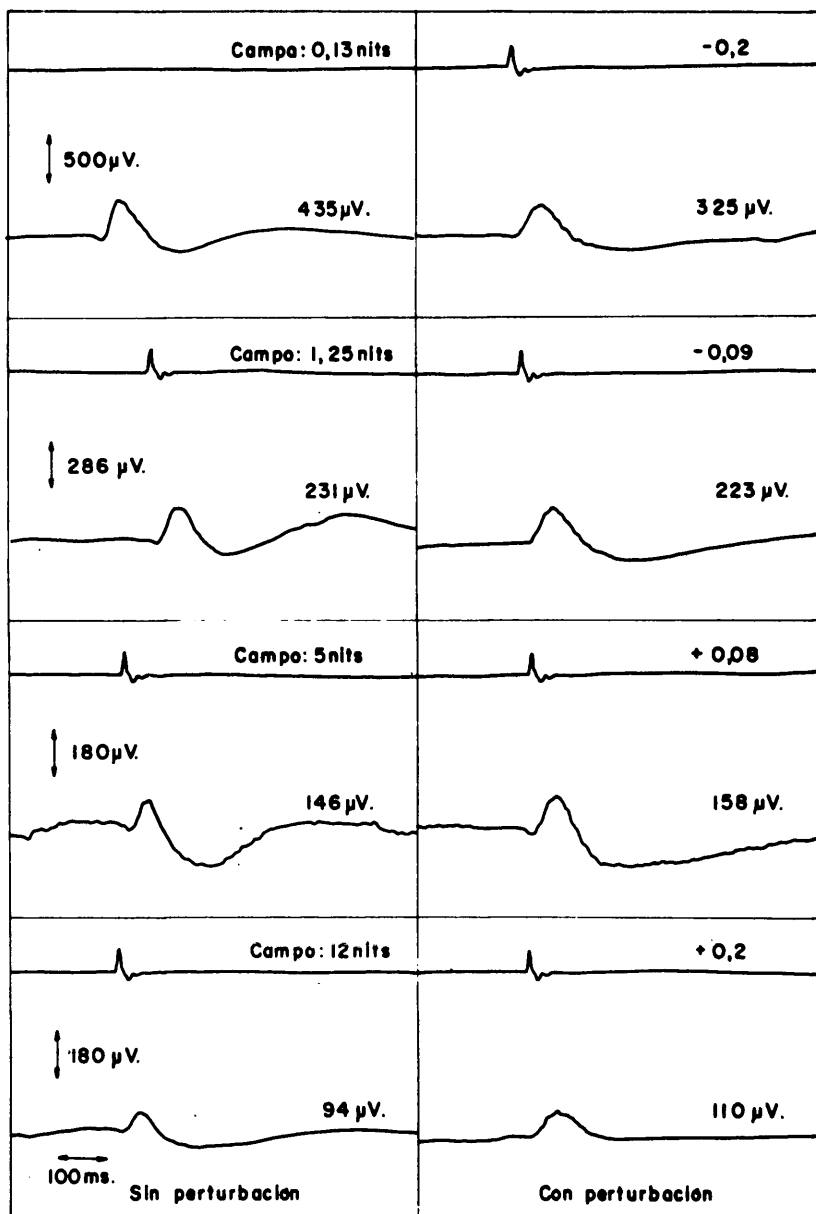


Fig. 3 - 1 - 4

INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ DE PERTURBACION

Obs: B-13

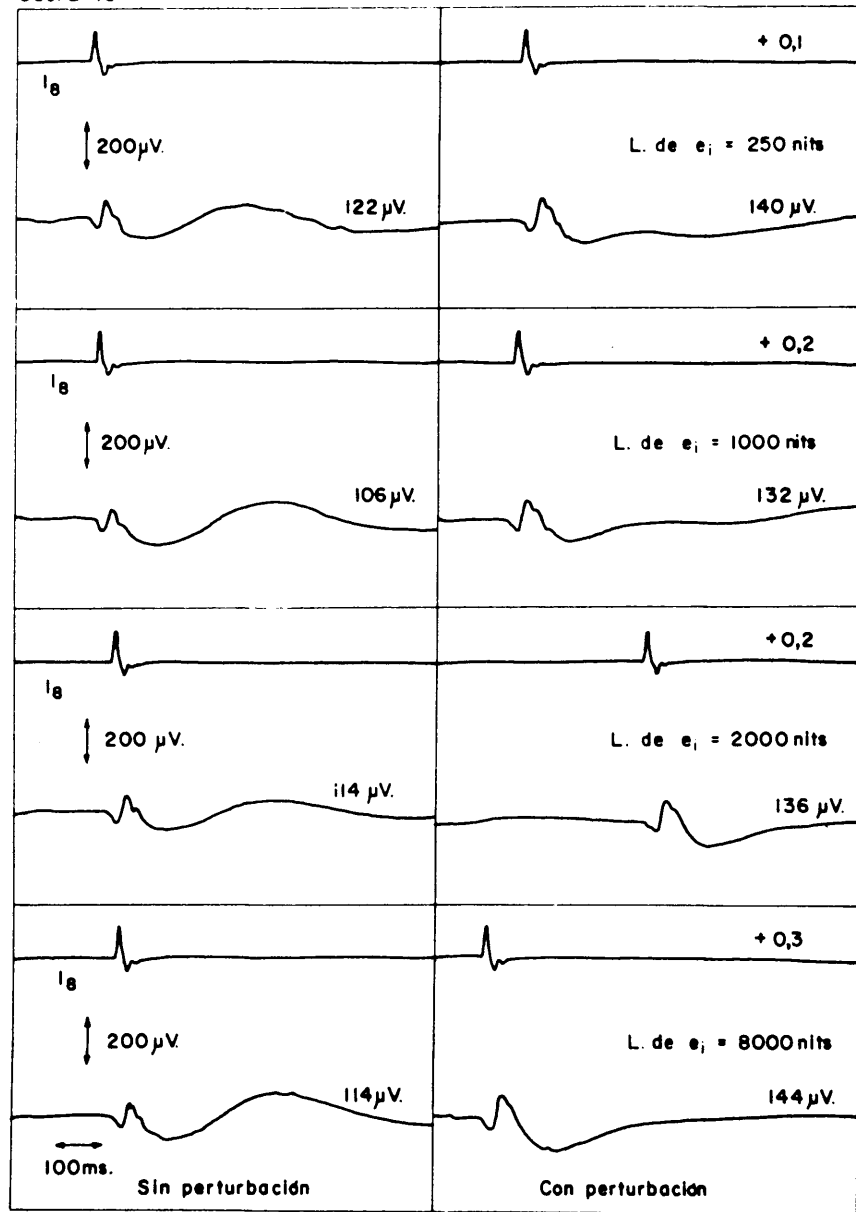


Fig. 3-2-1

INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ DE PERTURBACION

Obs: C-3

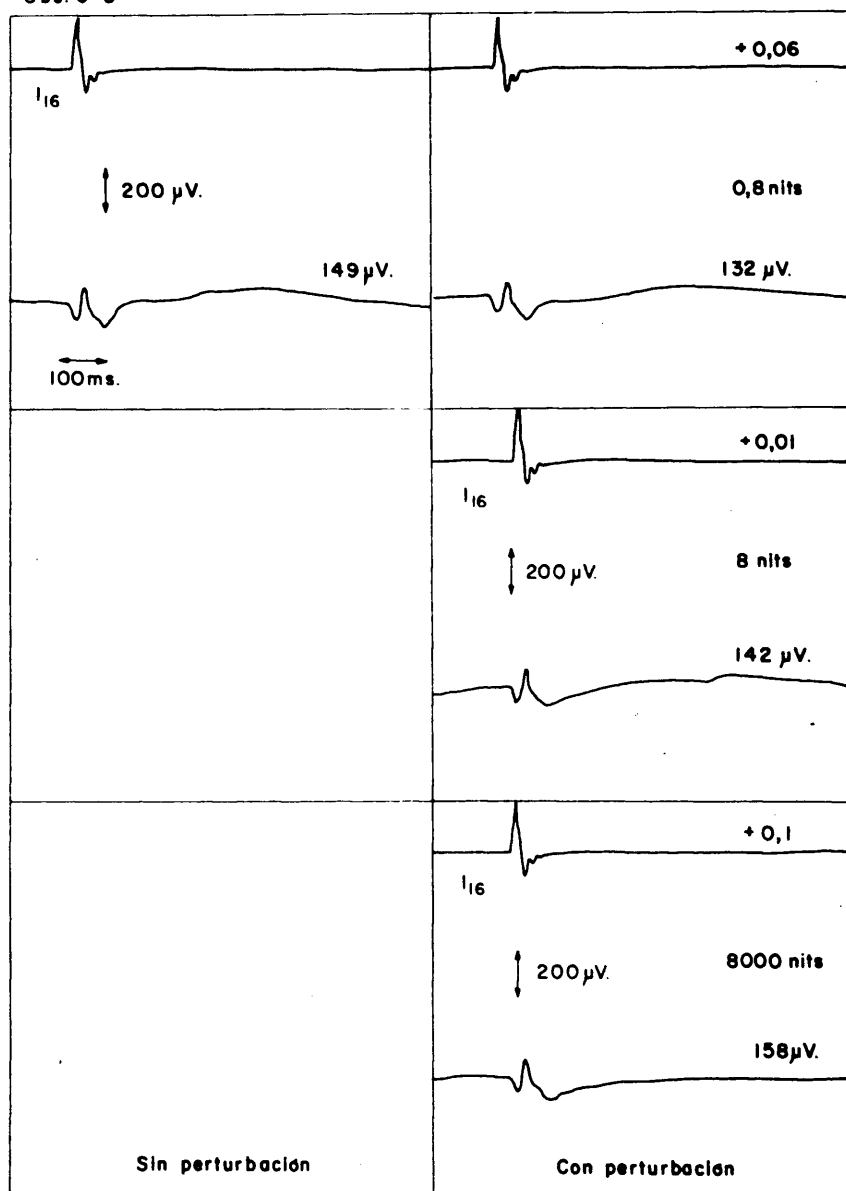


Fig.3-2.2

INFLUENCIA DE LA EXTRAFOVEALIDAD DE LA PERTURBACION

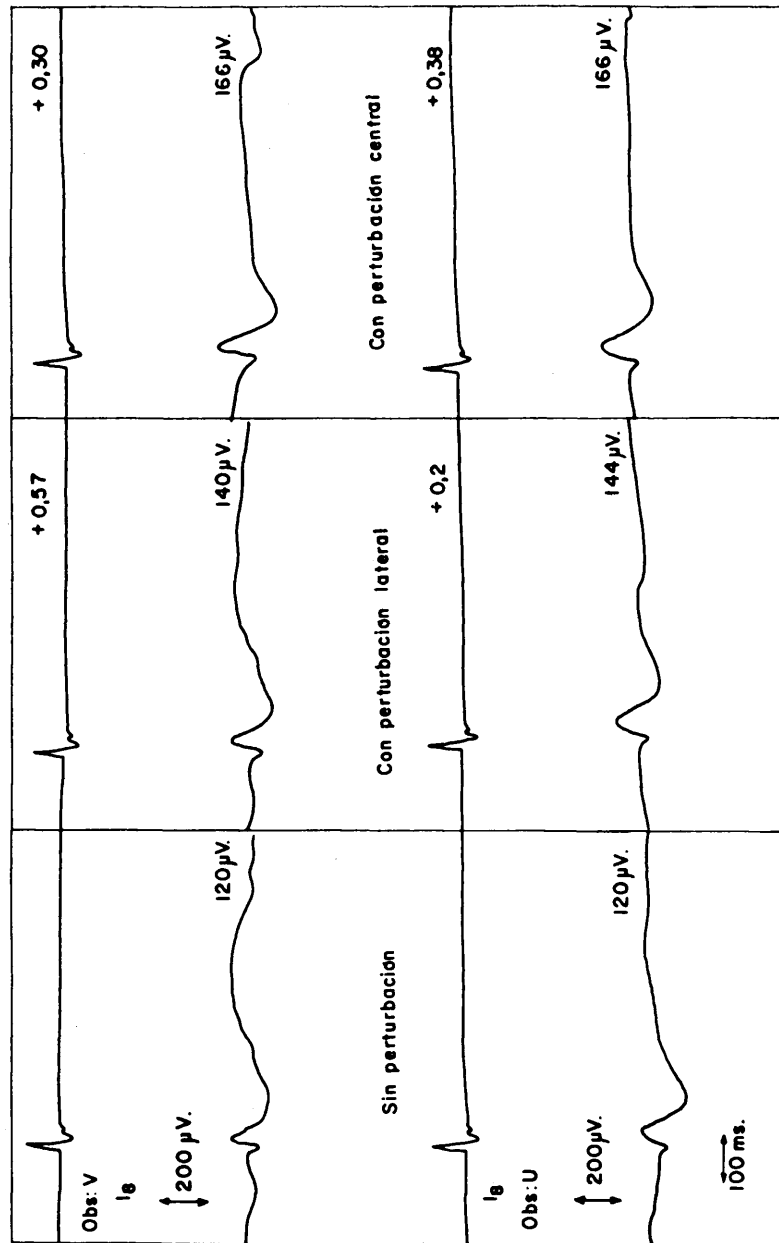


Fig. 3-3.1

VARIABLE: I DEL TEST
 Campo 12 nits Test 8° 16'

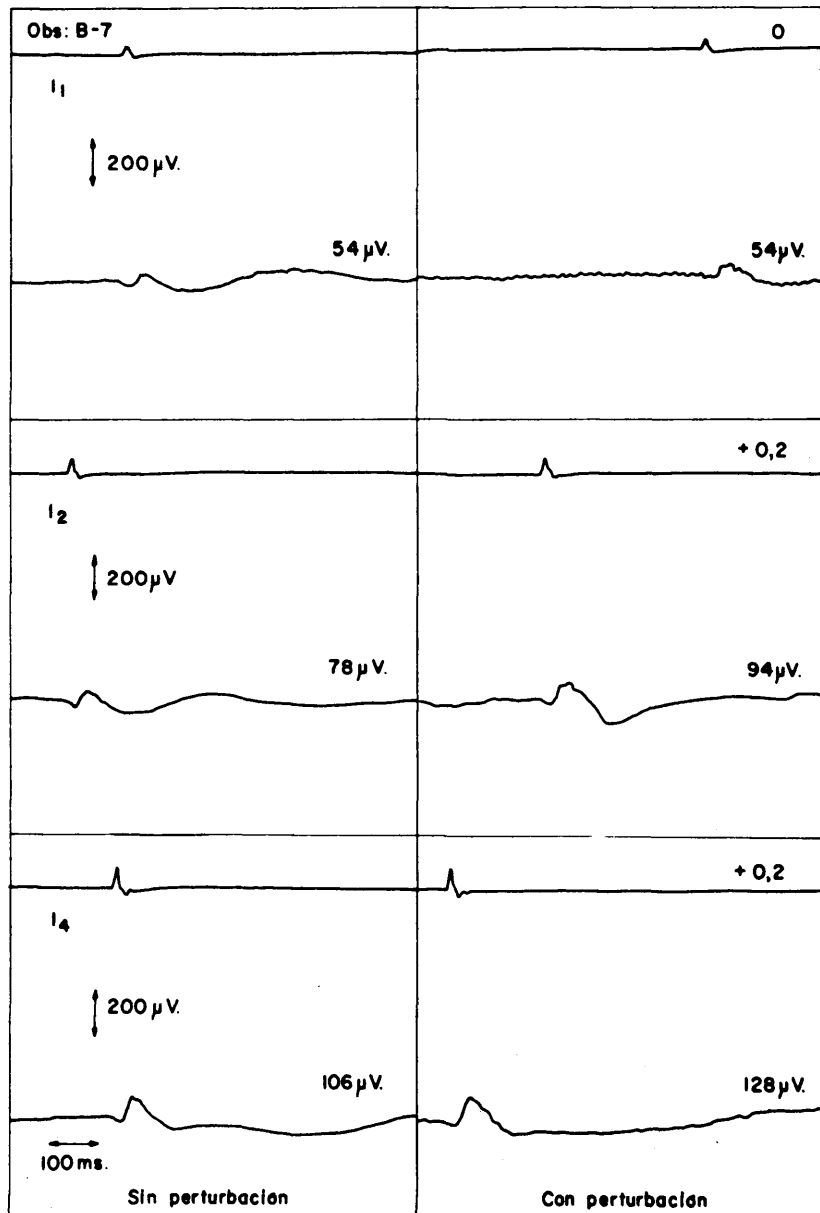


Fig. 3-4-1

VARIABLE: I DEL TEST
 Campo: 12 nits Test 8° 16'

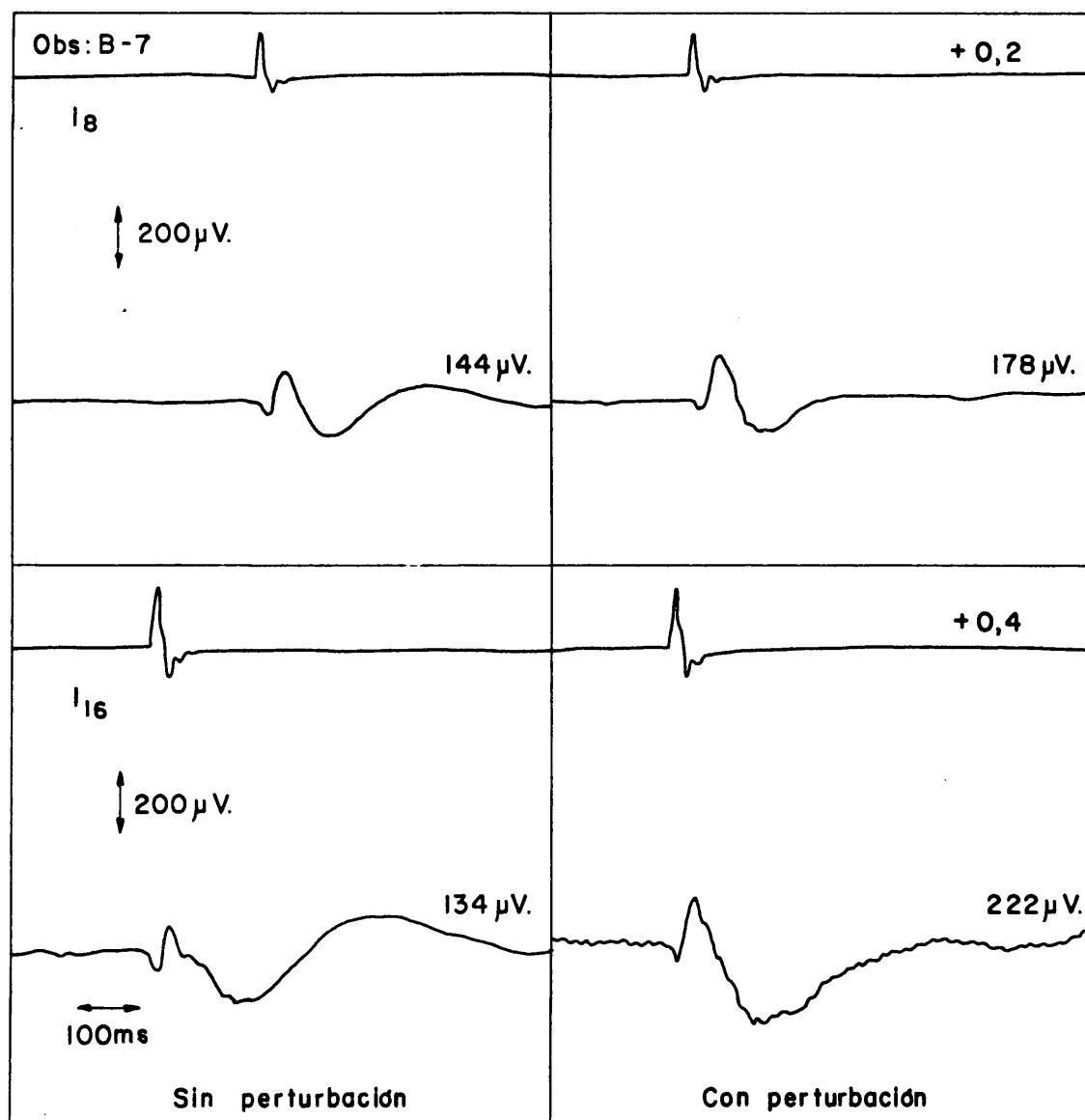


Fig.3-4.2

VARIABLE: I DEL TEST

Campo 12 nits Test 8° 16'

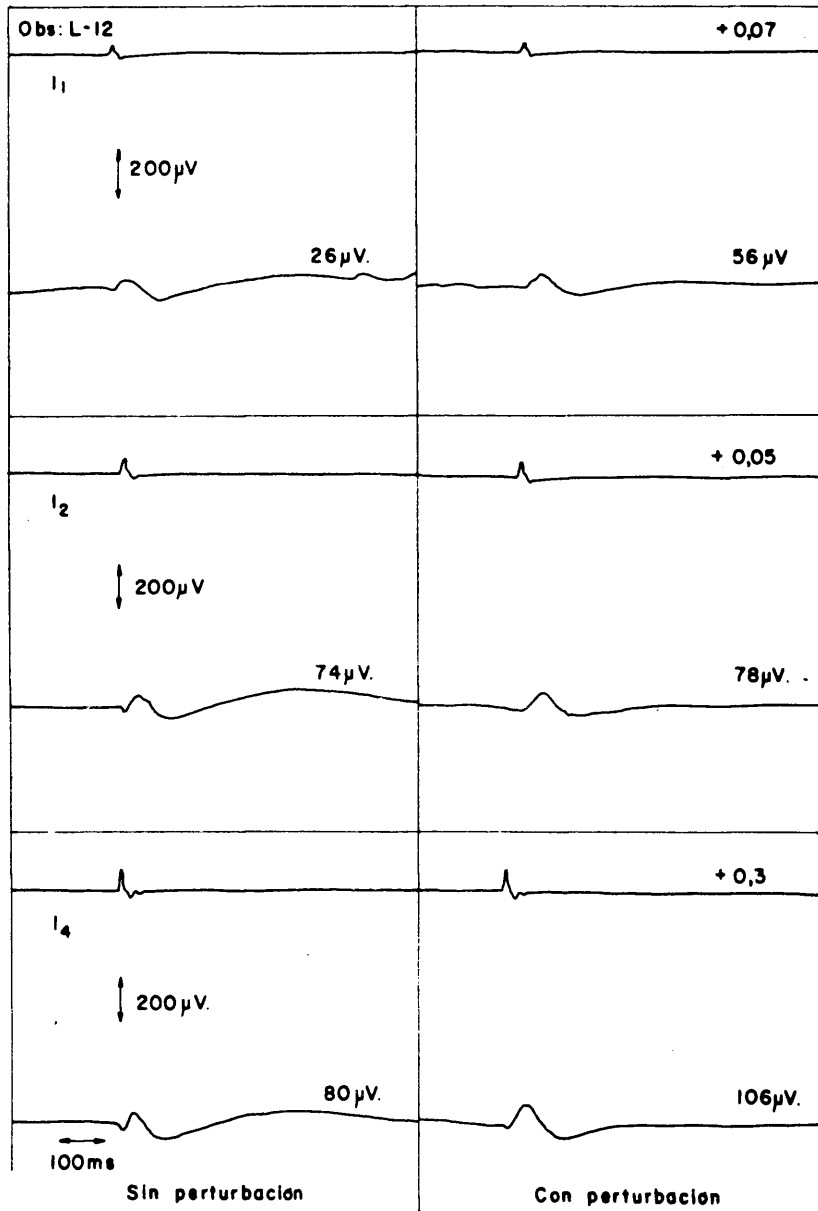


Fig. 3-4-3

VARIABLE: I DEL TEST
 Campo 12 nits Test 8° 16'

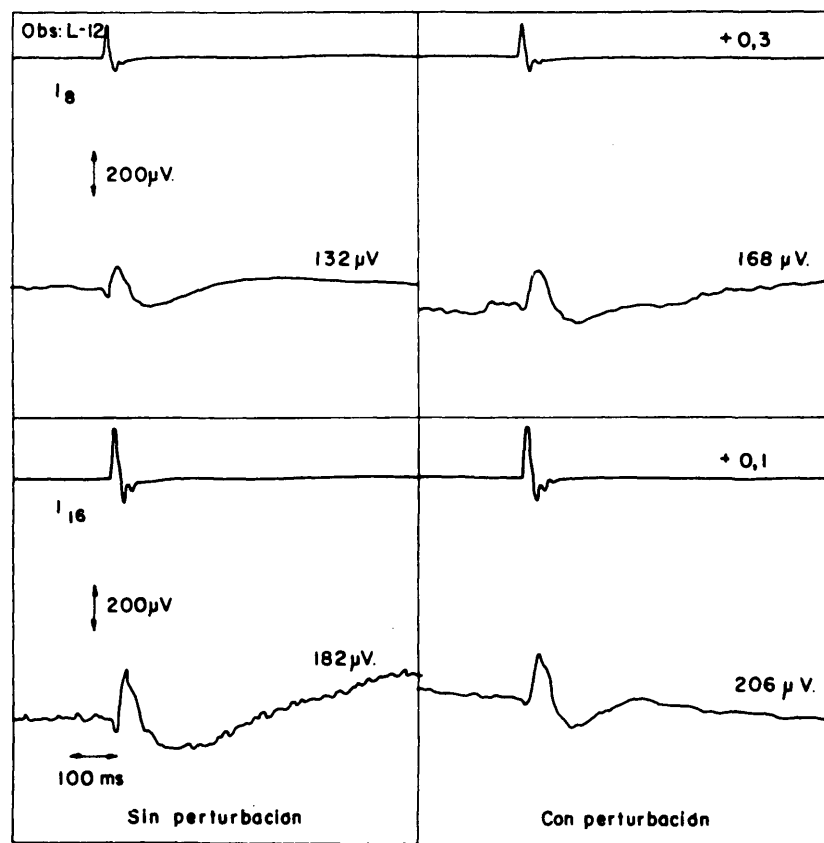


Fig. 3-4.4

VARIABLE: I DEL TEST
 Campo: 12nls Test 5° 43'

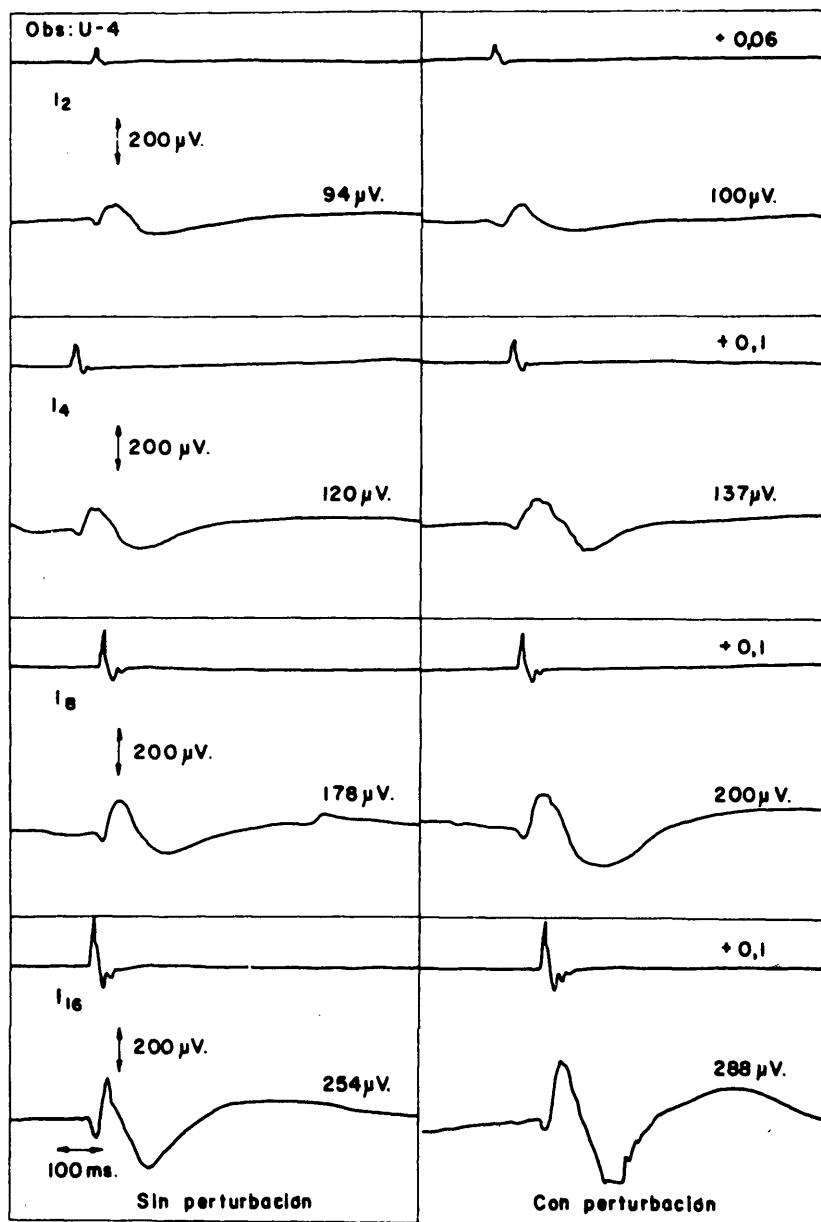


Fig. 3-4-5

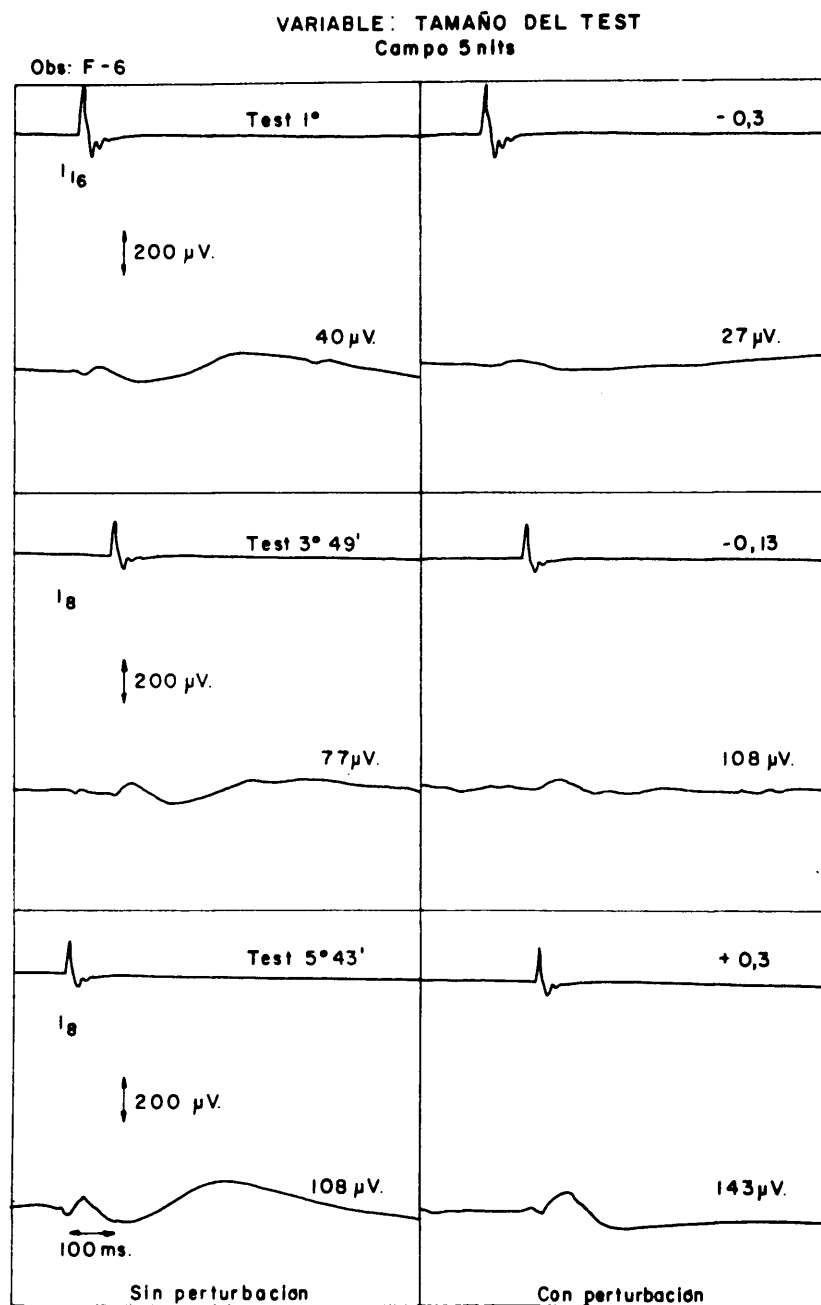


Fig. 3-5-1

VARIABLE : TAMAÑO DEL TEST
Campo 5nits

Obs: F-6

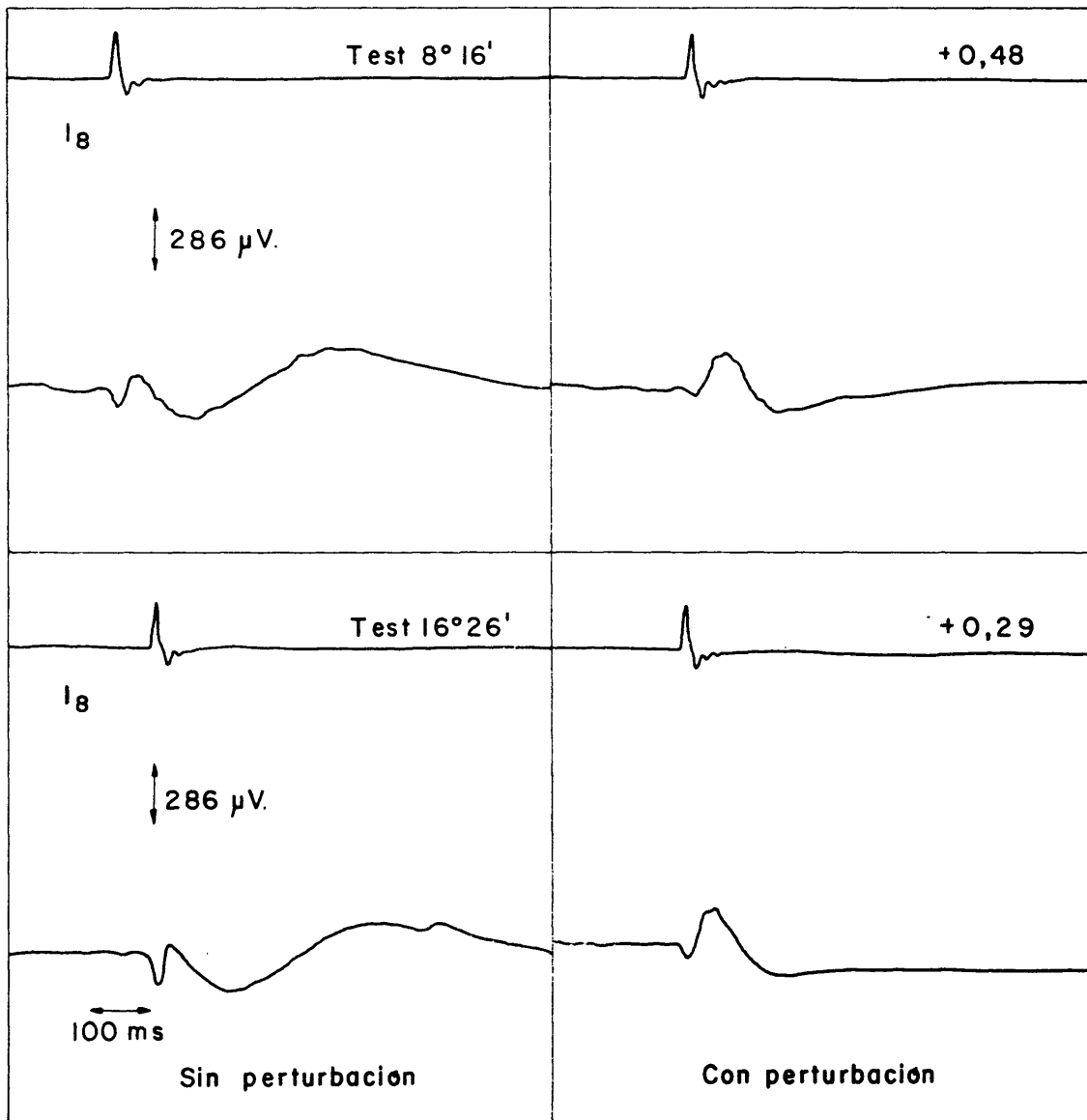


Fig. 3 - 5 · 2

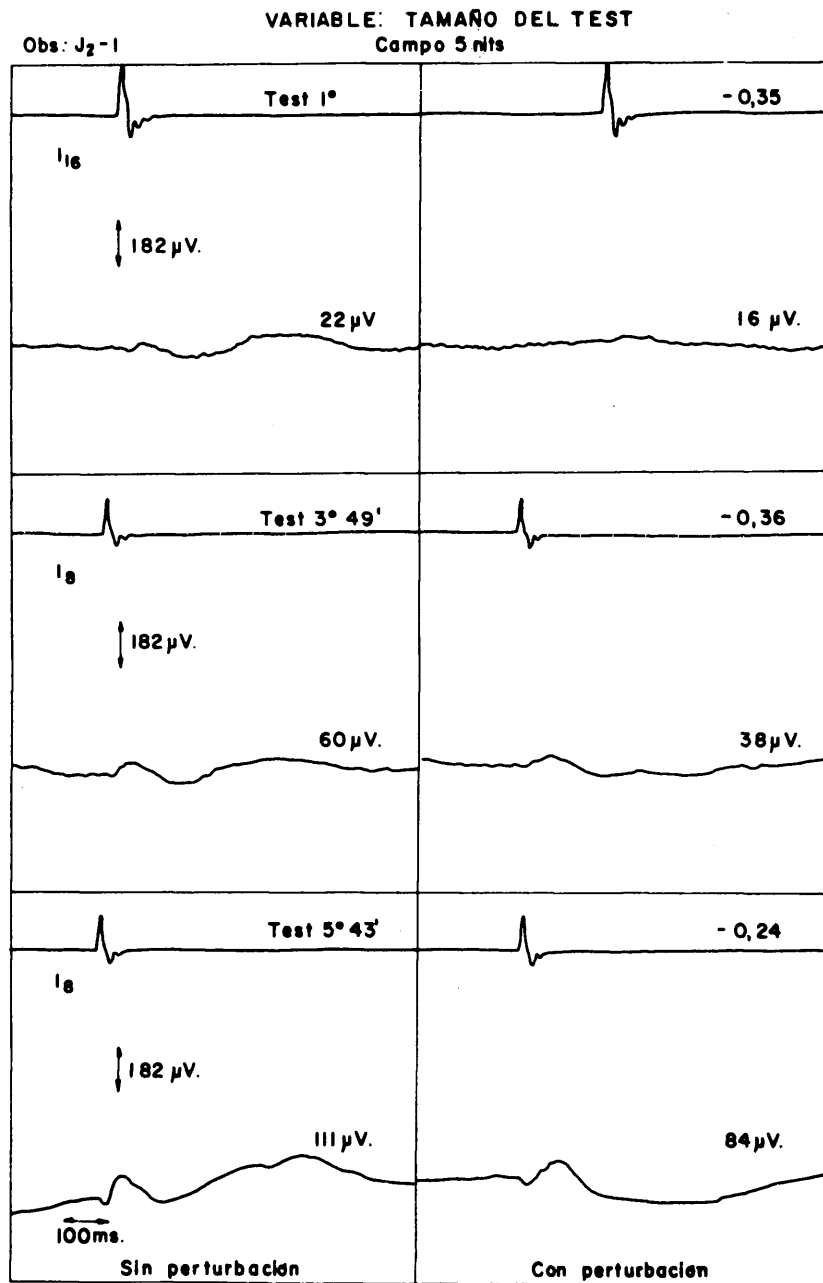


Fig. 3-5-3

VARIABLE: TAMAÑO DEL TEST
Campo 5 nits

Obs: $J_2 - I$

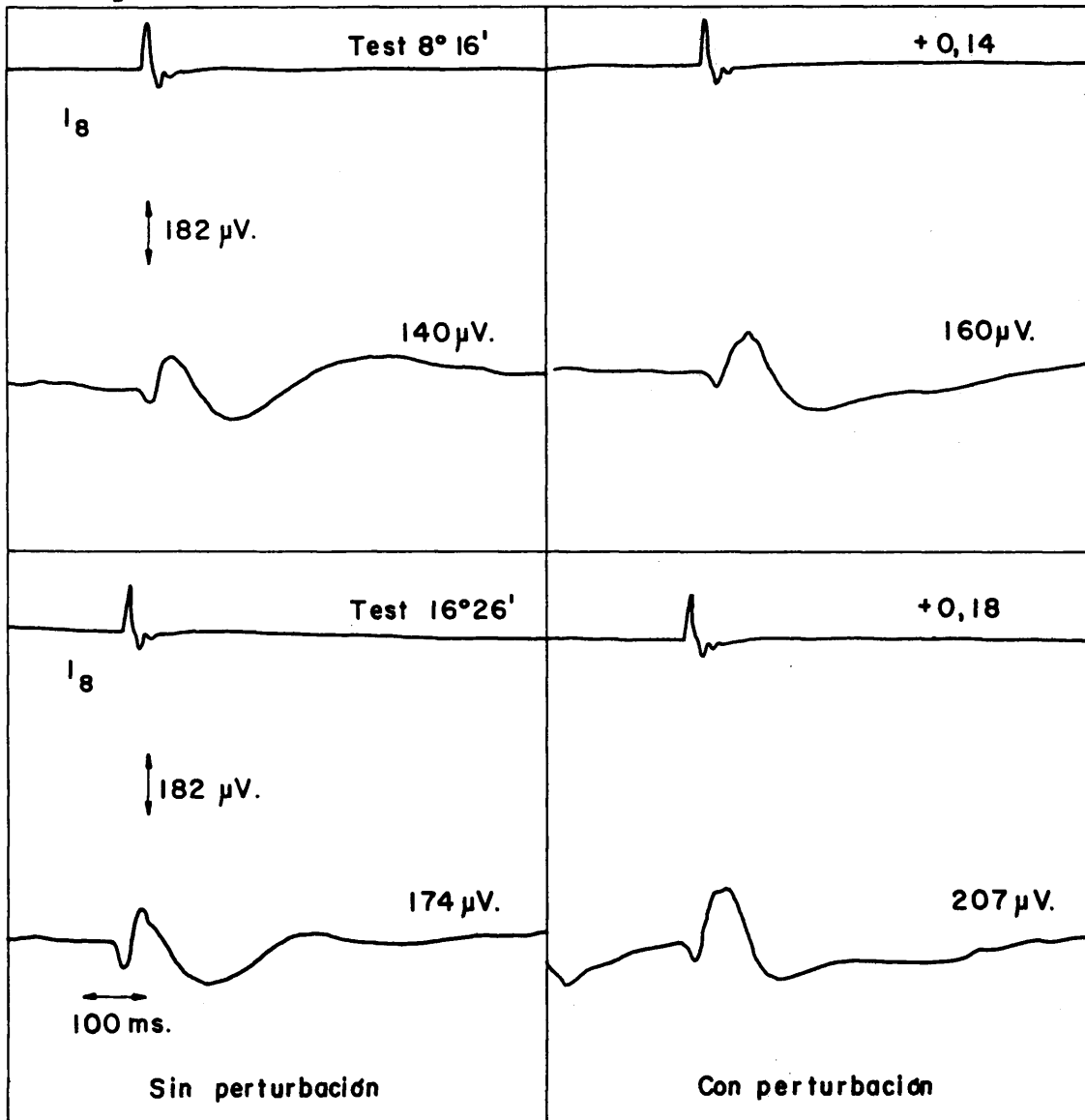


Fig. 3 - 5.4

VARIABLE: TAMAÑO DEL TEST
Campo 5 nits

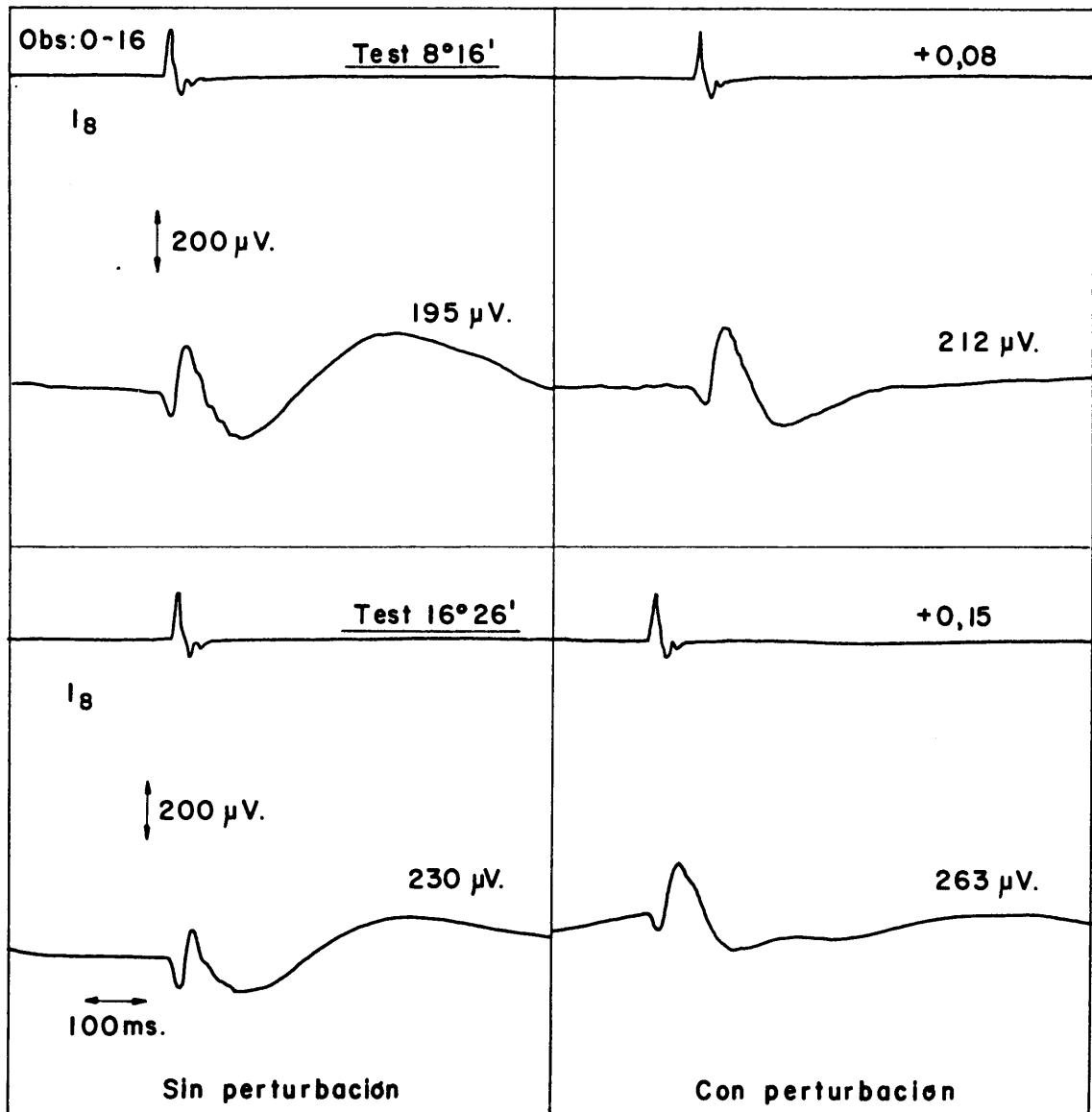


Fig. 3 - 5 · 5

VARIABLE: TAMAÑO DEL TEST
Campo 5nits

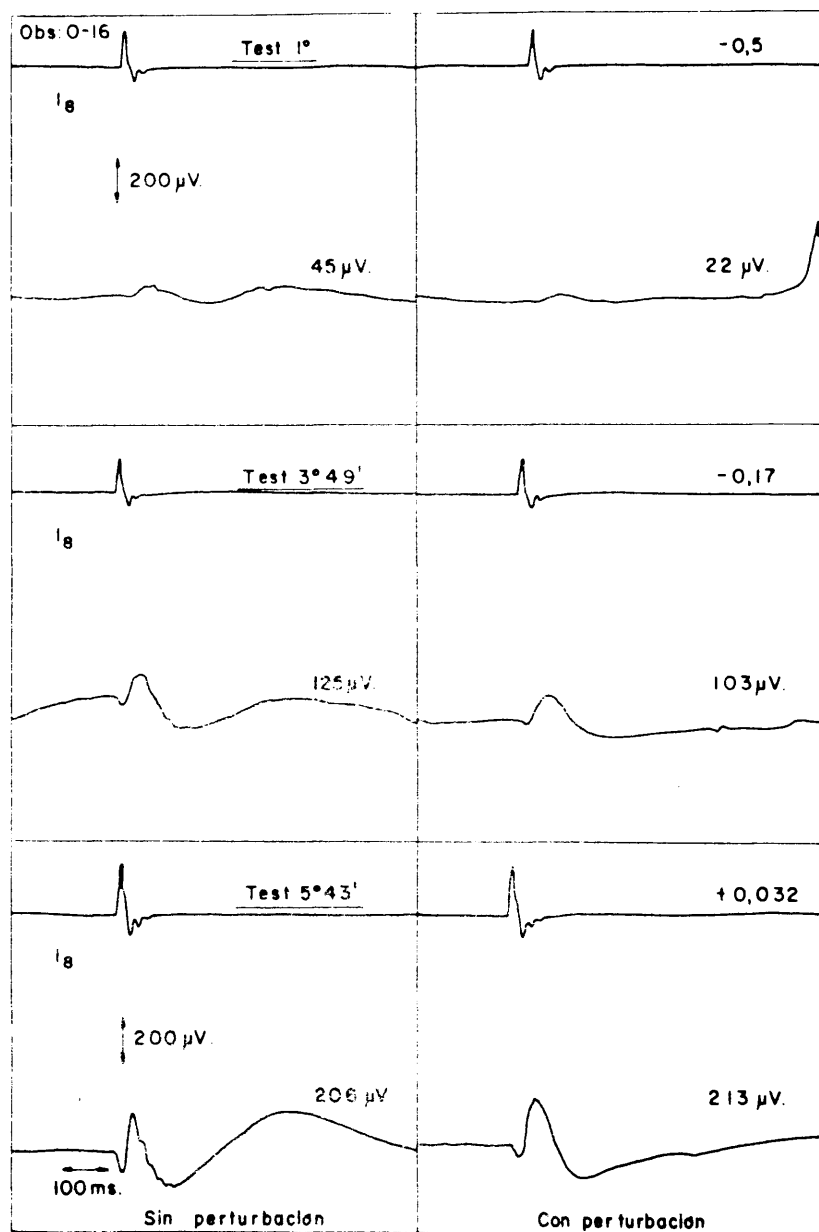


Fig. 3-5-6

CAMPO ROJO
Test rojo 16° 26' - Perturbación blanca

Obs: L

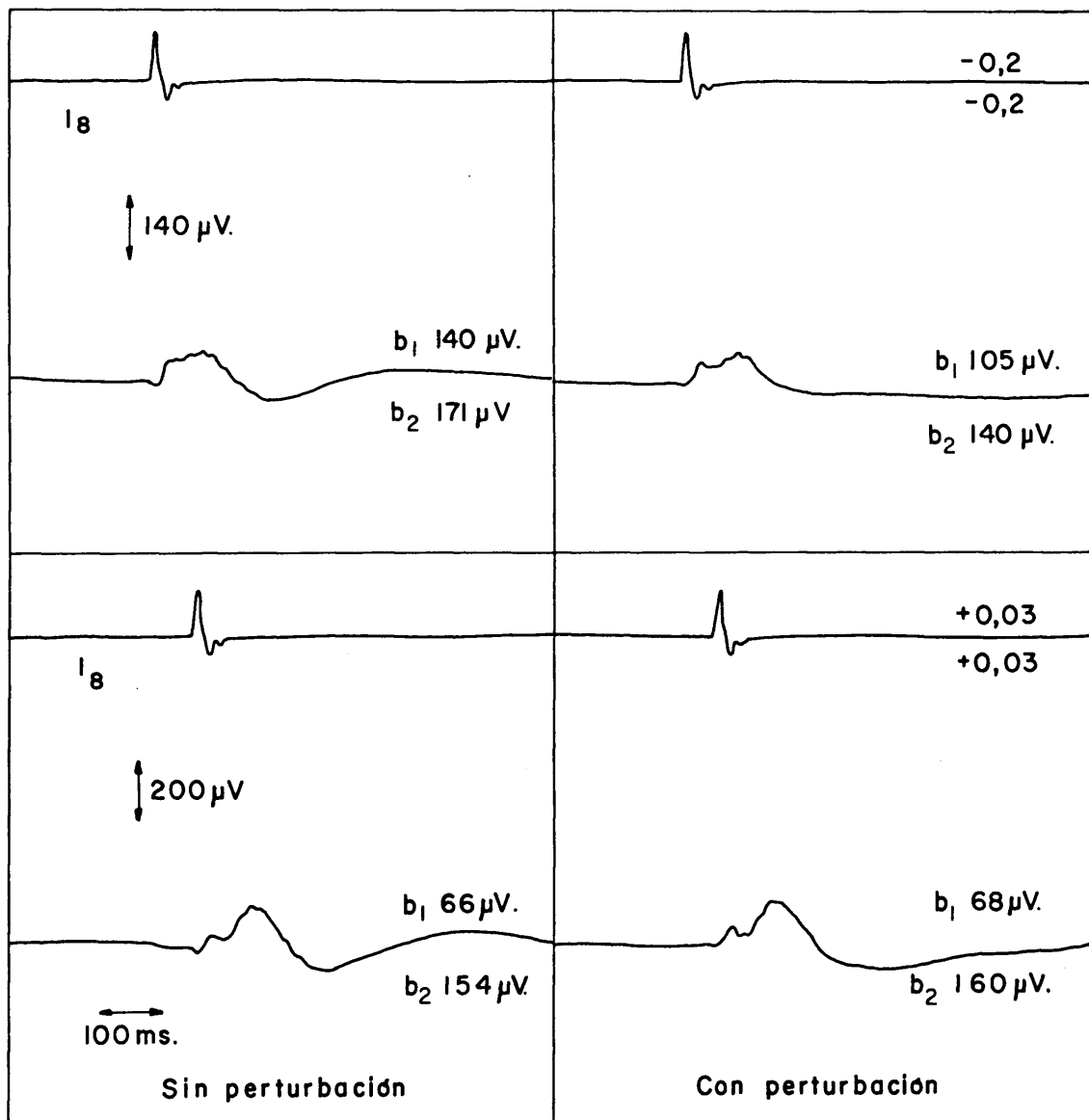


Fig. 3-6-1

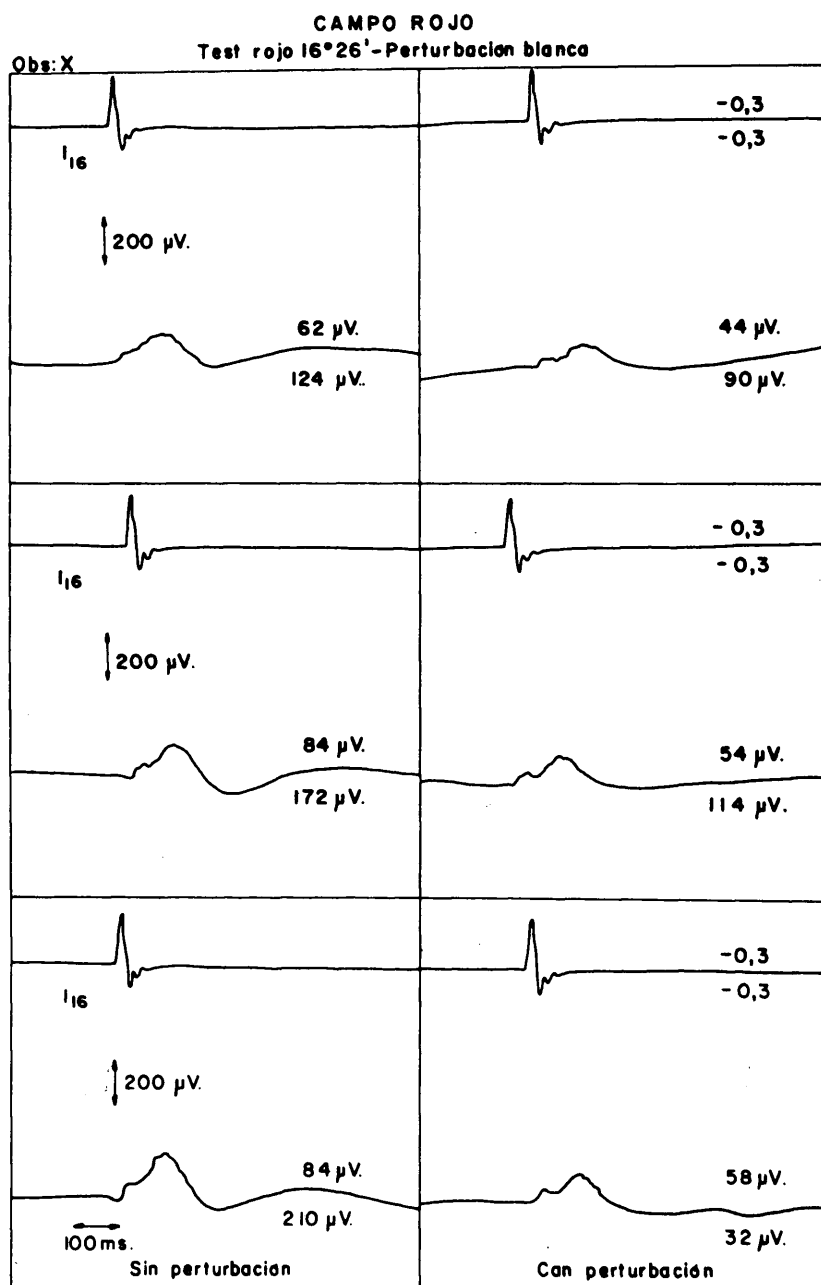
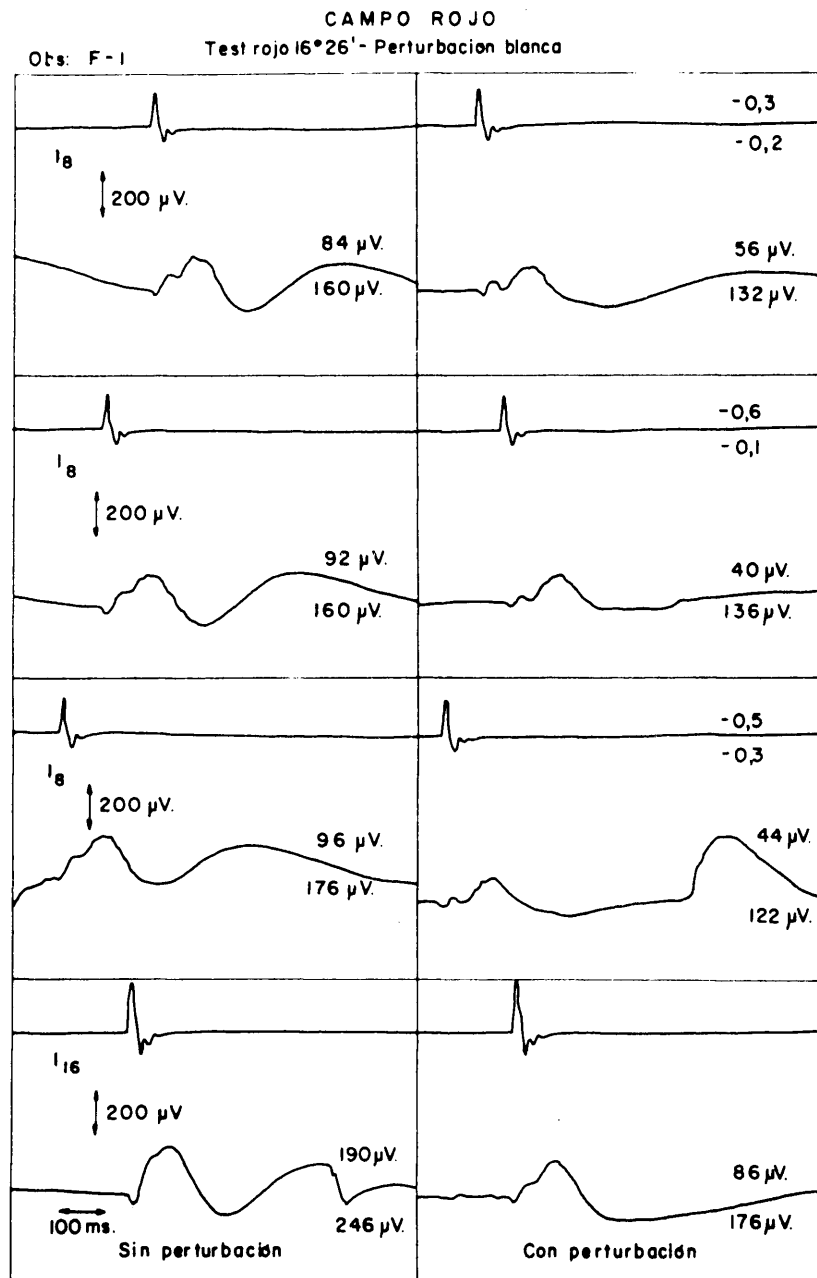


Fig. 3 - 6 - 2



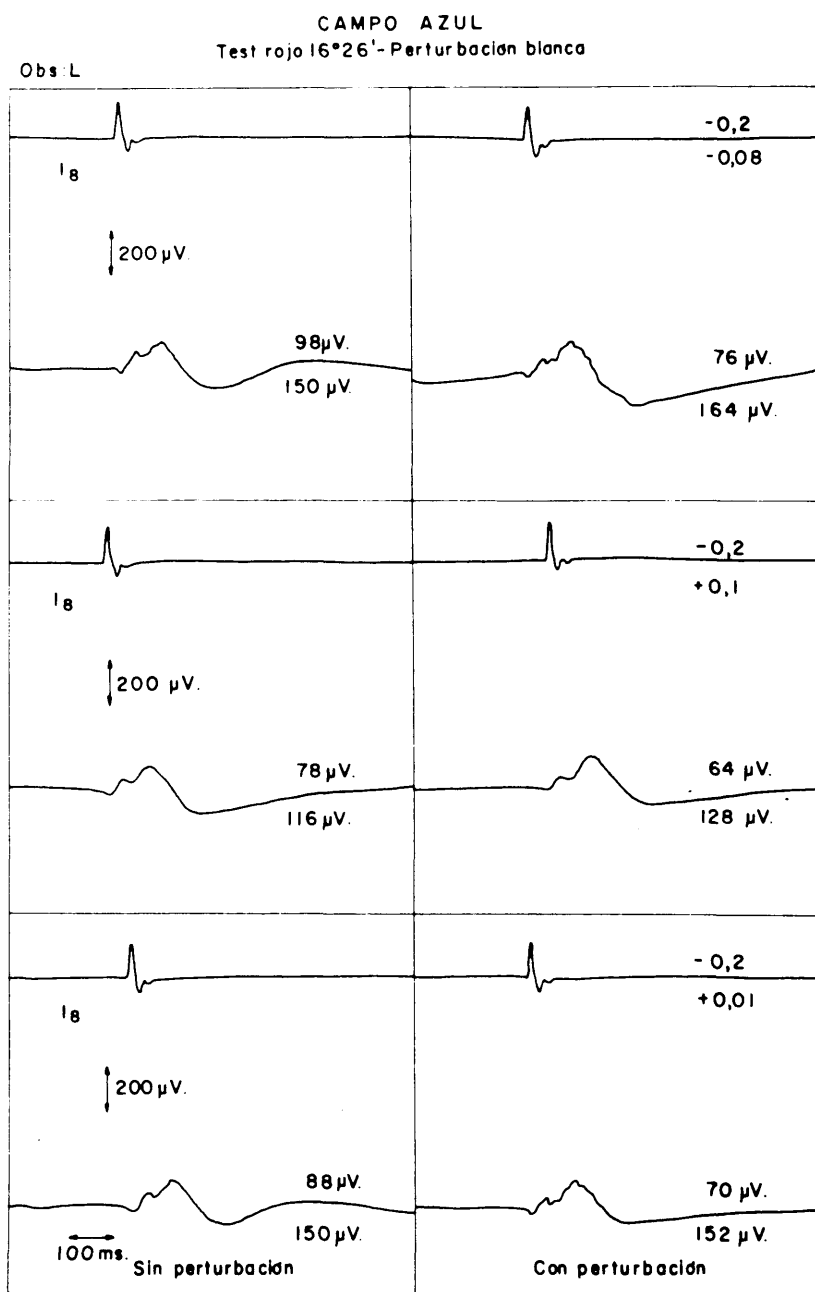


Fig. 3-6-4

CAMPO AZUL
Test rojo 16° 26' - Perturbación blanca

Obs: X

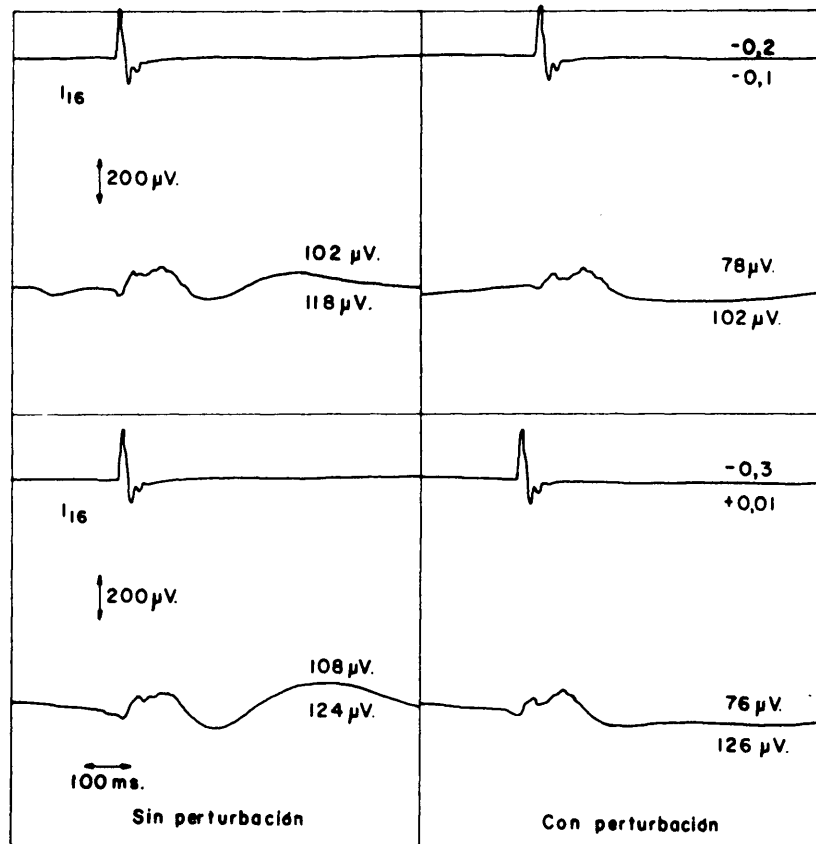


Fig. 3-6-5

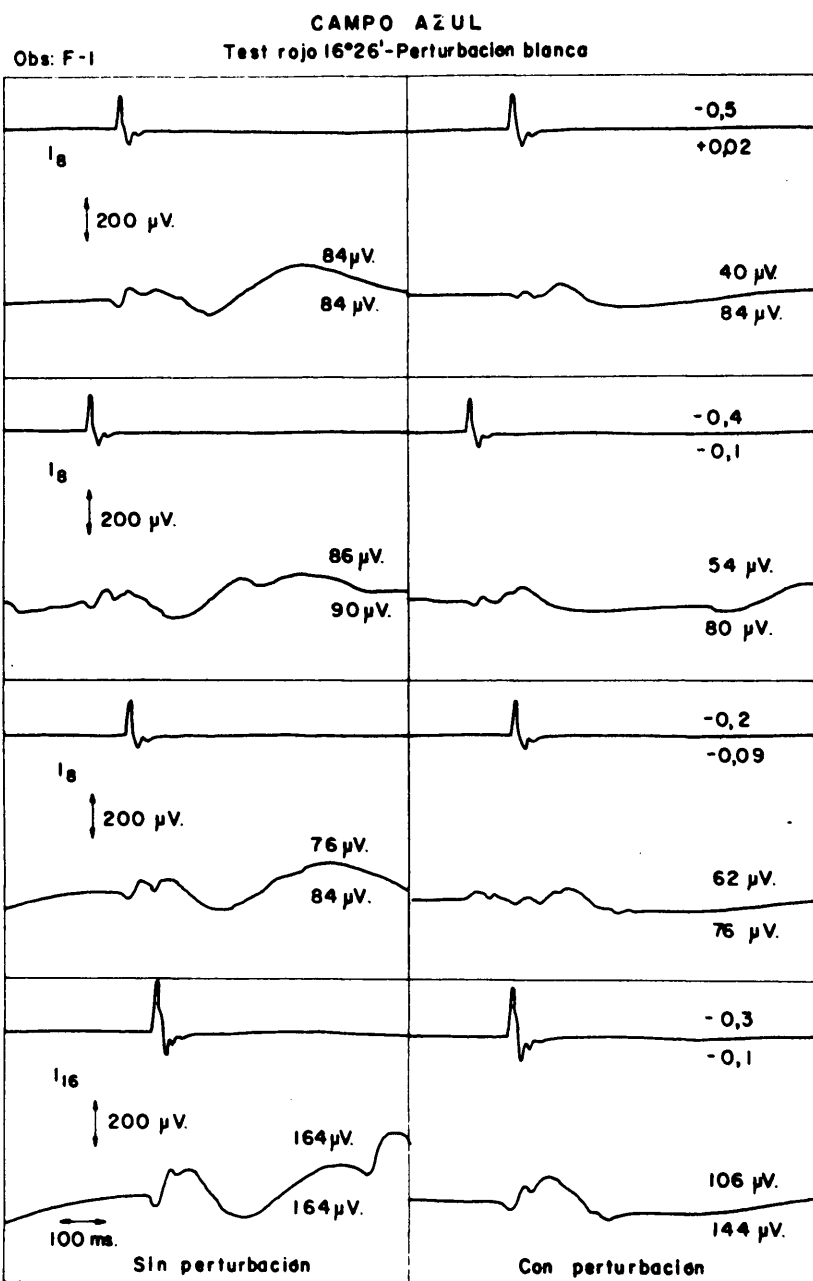


Fig. 3-6-6

PERTURBACION ROJA
 Campo rojo - Testrojo 16°26'

Obs: F-7

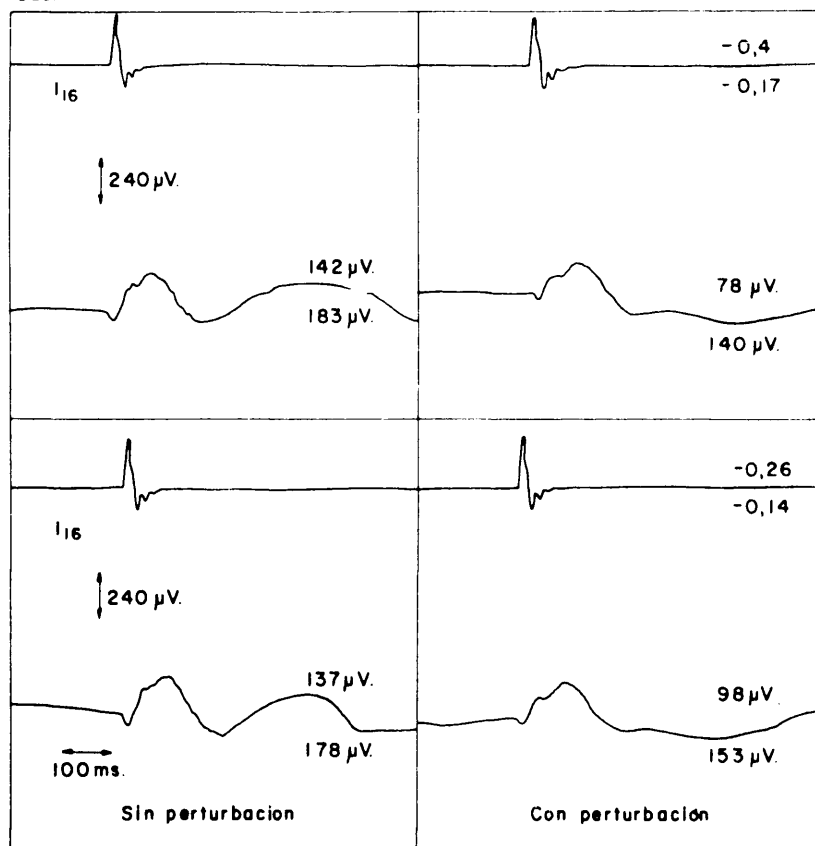
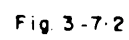


Fig. 3-7-1

Obs: F-7



T A B L A 4-I

Observador O	1°	3° 49'	5° 43'	8° 16'	16° 26'
t_c sin	37,4	38	35,3	39,3	37,5
$\Delta t_c / t_c$	+77%	+86%	+104%	+76%	+90%

Variación de la influencia sobre el tiempo de culminación de C con el tamaño del estímulo generador.

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	5 nits	Blanca
e	Variable	fovea	I_8	Blanca
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

T A B L A 4-II

Observador L	0,13 nit	1,25 nits	5 nits	12 nits
t_c sin	37,7	39	36,7	36
$\Delta t_c / t_c$	+96%	+61%	+56%	+50%

Variación de la influencia sobre el tiempo de culminación de C con la luminancia adaptante.

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromacidad
A	180°	Centrado	Variable	Blanca
e	8° 16'	fovea	I_8	Blanca
e_i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

Onda C

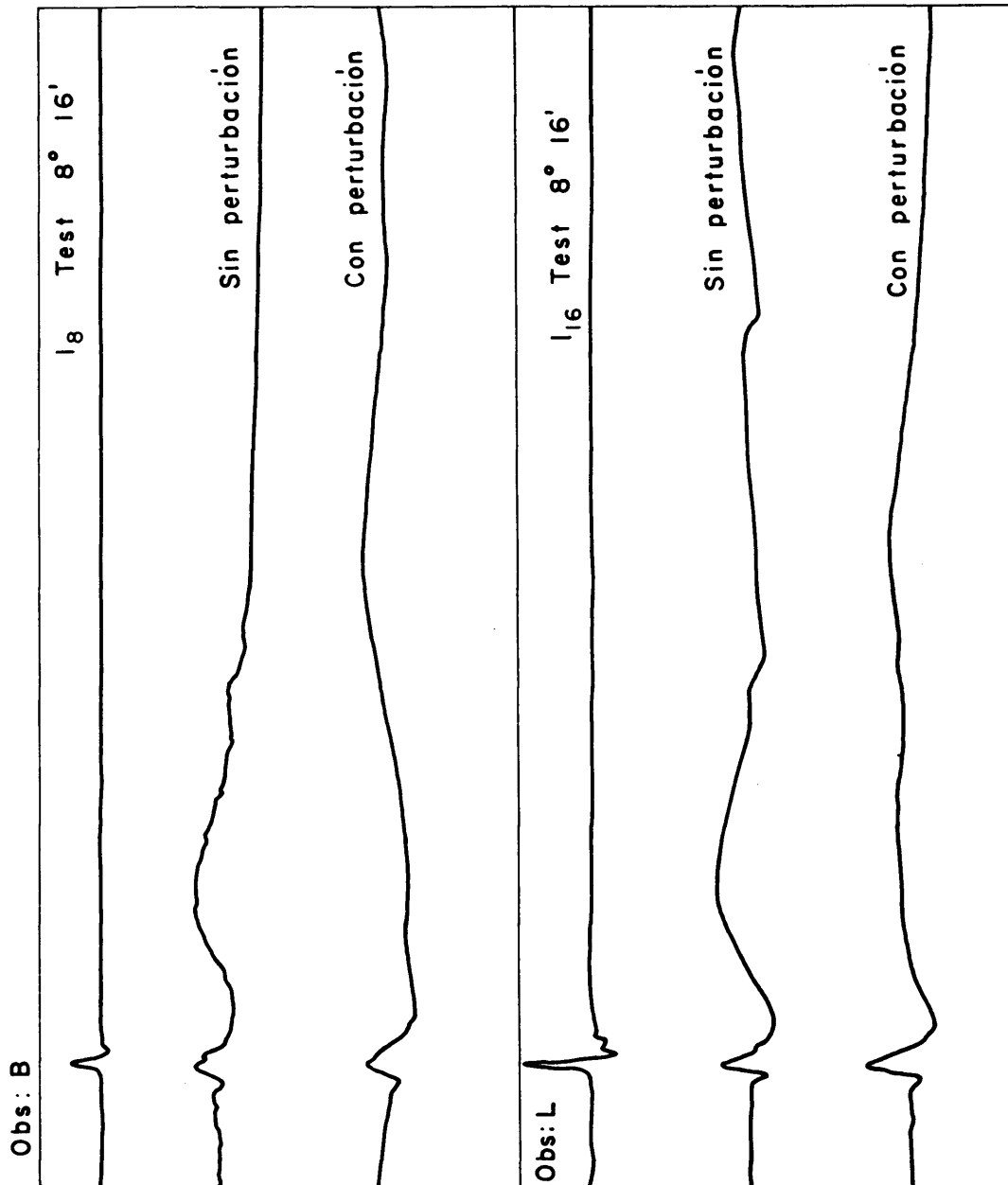
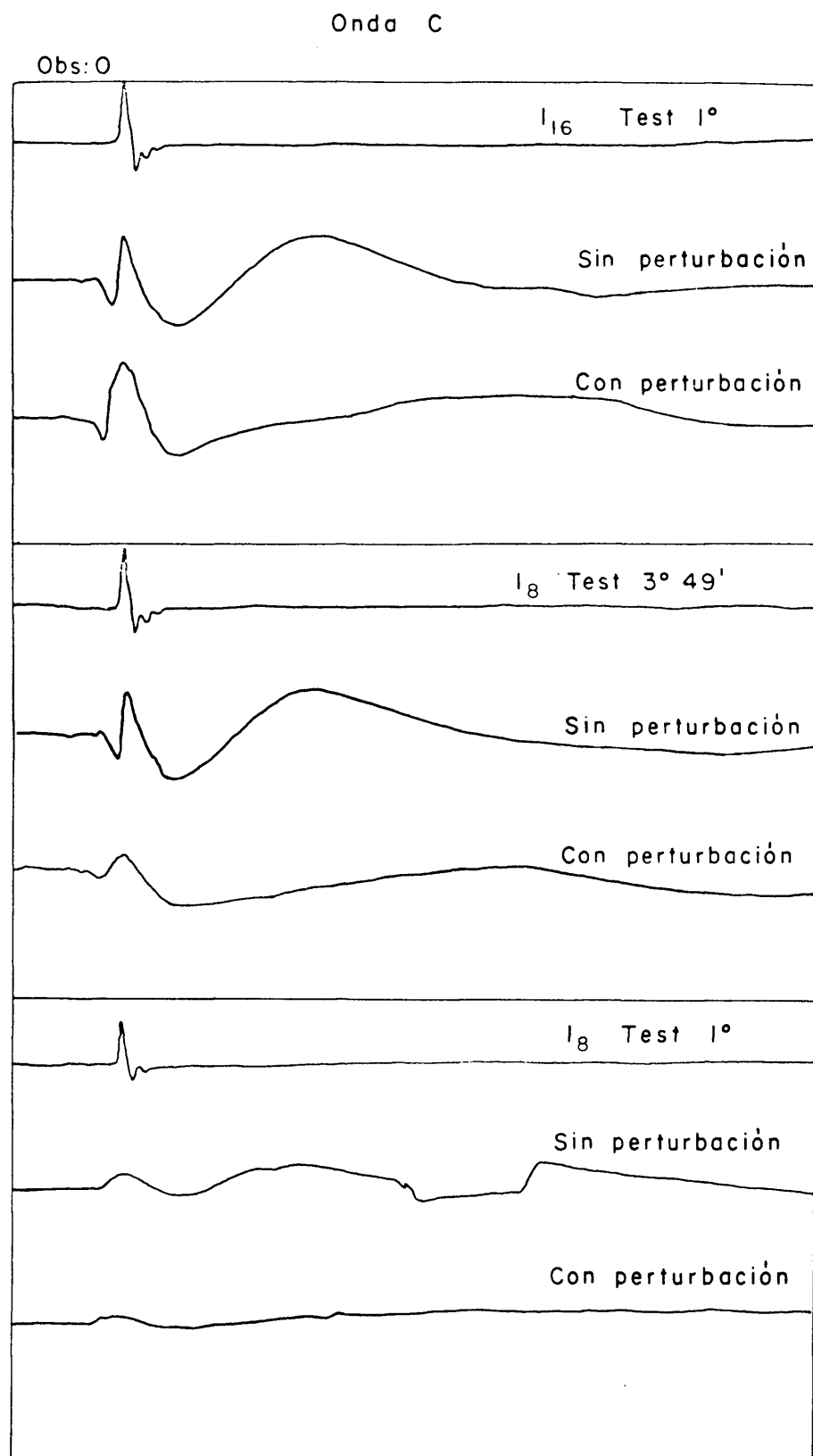


Fig. 4 - I



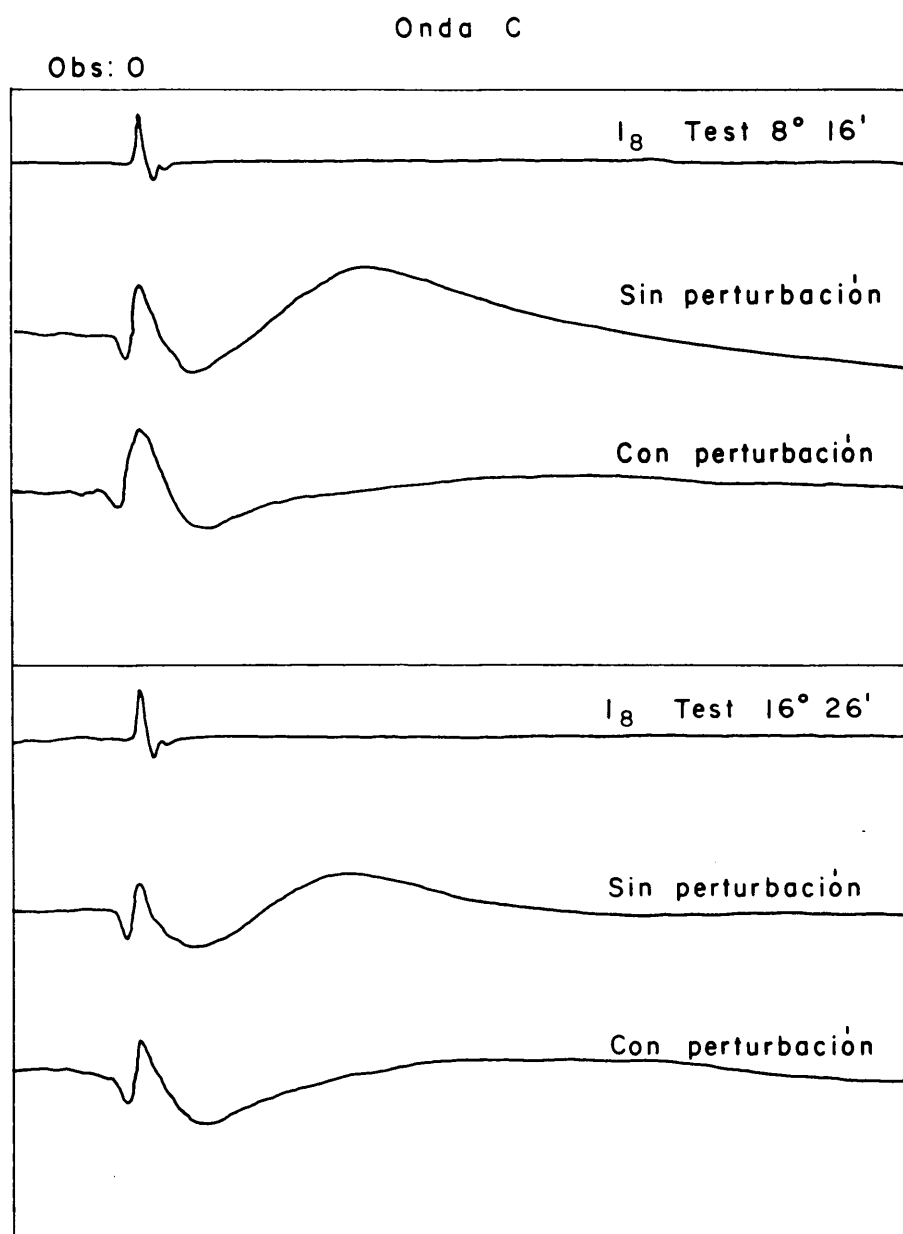


Fig. 4-3

T A B L A 5-I

Observador	Monocular	Binocular/monocular
A	10,2	-22%
B	11,3	-30%
C	10,5	-70%
D	11,9	-27%
E	9,8	-10%
F	9,9	-12%
G	10,5	- 6%
Media	10,6	-25%

	Tamaño	Localización	Luminancia	Cromaticidad
A	180°	Centrado	Oscuridad	Blanca
e	5° 43'	fovea	Variable	Blanca
e _i	7°	fovea	8000 nits	Blanca

REGISTRO DE AMBOS OJOS

O.D. - Tapado por una pantalla negra

O.I. - Estimulado

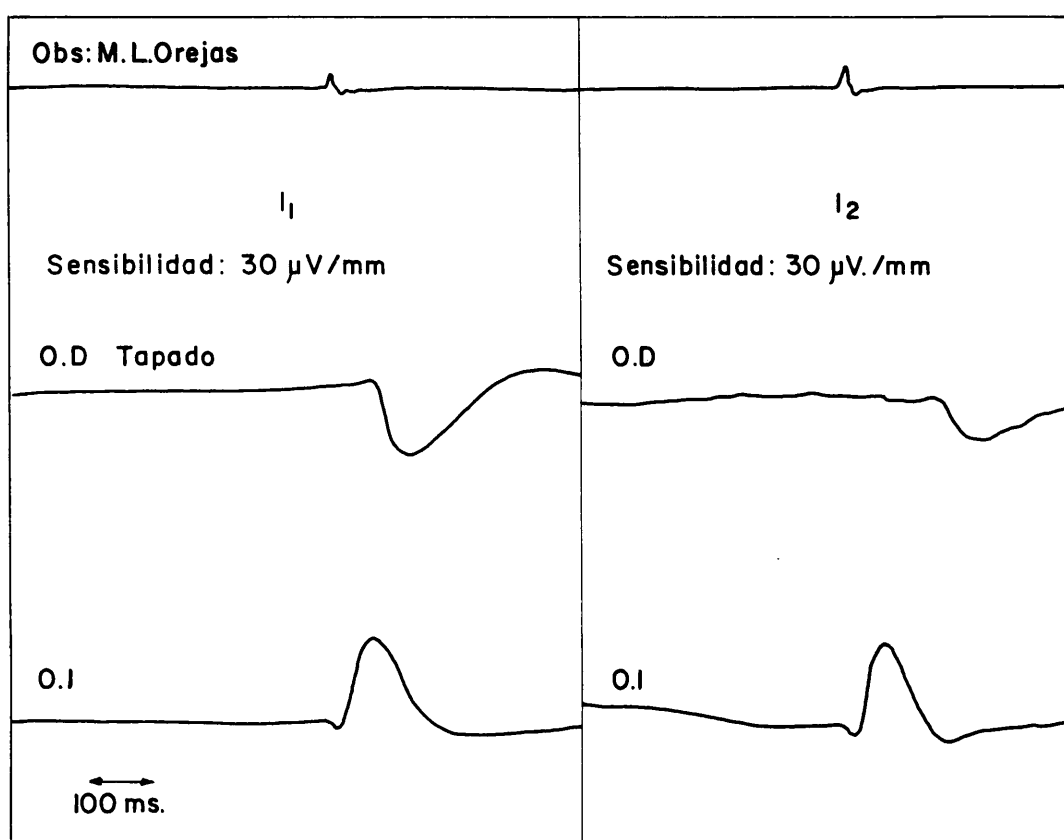


Fig. 5 - I

CAPITULO IV

DISCUSSION

1.- Generalidades.

Desde un punto de vista lógico, en el estudio realizado en la rana (Shorten 1963), se presentan cuatro causas para la posible interpretación del origen de los fenómenos de interacción binocular: 1ª) la luz dispersa en el ambiente, 2ª) el movimiento reflejo pupilar consensual, 3ª) el electrotono difundido y 4ª) la interacción neural o neurohumoral. Por lo que se refiere al hombre, nosotros vamos a dar por válido el mismo razonamiento admitiendo para éste igual interpretación.

1ª) En nuestro caso, y haciendo una crítica a través de los resultados obtenidos, tenemos que rechazar la porque en casos de disminución de amplitud, no se podría explicar el fenómeno sólo por esta causa, dado que las variaciones están muy por encima del posible efecto de esta luz dispersa (ver parte experimental), y en los casos de aumento de amplitud se obtendría inexplicablemente el efecto opuesto.

2ª) El reflejo pupilar consensual sólo podría

influir después de 0,2 a 0,28 milisegundos (Duke-Elder) (2) que es su latencia, de modo que caería fuera del complejo rápido del Electrorretinograma (ondas a y b) en cuya zona hemos encontrado principalmente la influencia.

Aún en este caso, ya hemos dicho que es un efecto aparte e independiente, que hemos reconocido y delimitado ya en sus consecuencias al hablar de la onda c.

3ª) Por lo que respecta al electrotono difundido por los tejidos circundantes, podemos repetir aquí las mismas frases que para el primer apartado, pues, siempre que lo hemos registrado, es negativo (ver introducción). En la bibliografía (ya citada cuando hablamos de registros en el ojo contralateral al estimulado), siempre se ha encontrado onda negativa, por lo que su efecto sería lógicamente sustractivo, y, como se ha dicho antes, sólo intervendría parcialmente en estos casos.

Este efecto de resta consistiría en una modificación de la forma, ya que Horsten (1961), en la rana, no encuentra gran diferencia en cuanto a tiempo de aparición entre el registro del ojo estimulado y el de la órbita contralateral sin ojo. Nosotros por nuestra parte, en el hombre, sólo hemos encontrado una diferencia de latencia de 0,2 segundos que lo sitúa ya pasado el complejo rápido en la parte de b^- , que aquí no estudiamos.

4ª) Creemos que esta es la causa principal y re

sumimos esta posición en la siguiente tesis: "Existe influencia por conducto nervioso de una retina en la otra cuando se perturba o estimula el ojo contralateral, porque no encontramos otra explicación al fenómeno de que en unos niveles de adaptación (fotópicos y ciertos mesópicos) la onda b del Electrorretinograma humano aumente su amplitud y en otros disminuya (escotópicos), y la onda "a" siempre disminuya, como resultado de dicha perturbación".

2.- Interacción neurohumoral.

Los posibles caminos para esta influencia podrían ser:

a) Por fibras comisurales a través del quiasma.

El conocimiento de estas fibras comisurales, interretinales está basado en trabajos de Pagano (1897), Myers (1901) Parsons (1902) y Paces Arey (1916). Según Duke-Elder (1961) su existencia es problemática y para Polyak (1957), no existen. (2)

b) El camino del cuerpo geniculado externo. No es fácil que tenga lugar en el hombre, pues este centro inferior, según se asciende en la escala biológica, va perdiendo importancia. Por eso, toda la bibliografía que

podemos citar sobre interacción por esta vía es en animales inferiores (de gato para abajo).

En el gato, encuentran actividad integradora Bishop y Col (1953-59), Tasaki y Col. (1954), Evarts y Hughes ⁽²⁾ (1957) y Fillenz (1961). Este último estudia, también en el gato, la posibilidad de interacción binocular en el cuerpo geniculado externo, Escoge este animal porque es intermedio entre los que no tienen el c g e laminado (inferiores) y los que lo poseen (aves, monos y hombres), los cuales tienen 50% de decusación. Desde el punto de vista anatómico no es de presumir, en estos más elevados en la escala biológica, interacción binocular a este nivel y llega a la conclusión de que en el gato, posiblemente sí existe alguna interacción binocular en el c g e, como se vé electrofisiológicamente.

Por su parte Hurvich (1961) está de acuerdo, a grandes rasgos con el anterior. (2)

Arduini (1961), a través de la isquemia de un ojo (hace desaparecer los mensajes de oscuridad), encuentra influencia de un ojo en el otro en forma de variación de la excitabilidad de las neuronas del c g e, pero de forma no uniforme.

(2) Widen y Ajmone (1961) utilizando gatos, como siempre, encuentran efectos del cortex sobre el c g e, predominando efectos inhibidores, aunque también se ven

efectos facilitadores claros, en determinadas condiciones. Estos trabajos confirman los de Desmedt y Mecheles (1957).

Grüser-Cornehls y Grüser encuentran también en gatos, que el 10% de las neuronas del c g e muestran una disminución en la frecuencia de sus descargas durante la activación binocular comparado con la estimulación monocular del ojo dominante. (2)

En el Cortex, la influencia es más acusada separando neuronas que responden a uno u otro tipo de estimulación, monocular, binocular, etc.

En el c g e de los monos han sido descritos por (2) De Valois (1965) distintos tipos de células que responden unos a los cambios de colores y otros a la intensidad del estímulo. También se han descrito células que responden al aumento y descenso de intensidad, con similar frecuencia de descarga, y otras en sentido inverso a éstos, así como varios otros datos que aquí no nos interesa. Jacobson (1961) saca la conclusión de la posible codificación de la intensidad más que de la actividad en general. (5)

Como resumen citaremos a Duke Elder (1961) con esta frase "es muy posible que alguna de estas actividades sobrevivan en el hombre, pero no las conocemos aún". (2) Por lo que se refiere a primates, se puede decir lo mismo.

c) Camino del S.N.C. La serie de investigaciones anteriores tiene la importancia de que nos hace pensar que si bien en el hombre no encontramos estos fenómenos, como el proceso visual es similar, tienen que existir, de lo que podemos deducir que tendrán lugar en más altos niveles.

Así que, con verdadero orgullo por nuestra parte, para encontrar una explicación a un hecho electrofisiológico, nos encontramos en la necesidad, nada menos que en 1968, de recurrir a D. Santiago Ramón y Cajal.

Este demostró la existencia de fibras centrífugas en la retina, y su peso como investigador, hace decir a Granitt, cuando algunos las ponen en duda, que es extraño, aparte de las pruebas que da a su favor, que se equivocara Cajal.

Y no sólo las describe sino que les da un valor, y así dice: "traerían del cerebro alguna acción indispensable para la fisiología retiniana algo así como tensión o la energía necesaria para la buena transmisión".

Poco más habría que decir, o se podría decir, si quisiéramos expresar con pocas palabras la idea que tenemos hoy de la función que pensamos realizan estas fibras.

Pero vamos a hacer un repaso bibliográfico de

los pasos que nos han llevado a poder referir este concepto a nuestros hechos experimentales electrofisiológicos de hoy.

Lorente de No (1938), extiende la idea de su maestro (Cajal) sobre las neuronas internunciales, a todos los actos reflejos del cuerpo humano, con sus facilitaciones e inhibiciones correspondientes, o sea, lo que entendemos hoy por autorregulación. Y otro español Gallego, describe su nuevo tipo de células en la capa de las células ganglionares, algo parecidas a las ganglionares gigantes de Cajal; nuevo tipo de células de asociación que no salen de la retina.

La importancia de estas células estriba en que, por sus aparentes conexiones, darían una posibilidad a la actuación de las fibras centrífugas en esta capa, y a partir de aquí, ya dentro de las plexiformes, que no nos interesa para nuestras actuales investigaciones, podríamos adentrarnos por un intrincado cúmulo de interconexiones, como las descritas por Marshall (1958).

Así, podemos interpretar la influencia de una retina en otra, a la vista de la moderna concepción de las autorregulaciones, que no son más que reflejos de adaptación caracterizados por la rapidez de instauración y la no acumulatividad (Gallego 1957), características éstas que reúne nuestro hecho experimental.

3.- Fibras centrífugas.

a) Revisión Anatómica

Entre las fibras centrífugas tenemos las fibras corticogeniculadas descritas por Monakow (1885) y Ferrier y Turner (1898), que describen la degeneración de Marchi al extirpar el área extriada en los monos. Tello (1904), por su parte, piensa que regulan la corriente de impulsos en el c g e. El área extriada tiene conexiones sólo en las áreas más próximas. (Bouin, (1941), Le Gros Clark (1941) Polyak (1957)). Con las más lejanas es siempre por vías indirectas (Marshall (1942), Clare (1954), Buser (1956)), a través del área paraextriada y de ésta con la periextriada. Estos estudios han sido realizados en el hombre, Akelaitis (1941). (2)

Las lesiones del área extriada y paraextriada, que hacen degenerar las vías eferentes, hacen ver a ambos lados del cerebro, focos de degeneración en el tubérculo cuadrigémino anterior del mismo lado, núcleos de las vías ópticas, (c g e) y núcleo reticular del tálamo, como hechos más importantes ahora para nosotros (Beresford, 1961). Estos focos de degeneración son diversos puntos de terminación de fibras centrífugas.

Biedmon (1930), (en conejos), Mettler (1935) (en monos) y Barris y Col. (1935), describen también estas fi-

bras, si bien éste último dice que no hacen estación en este c g e.

Algunos autores afirman que muy probablemente, a semejanza con otros sentidos, estas fibras parten no del estriado, sino del para o peri-estriado, y Duke Elder dice que la cuestión está aún abierta a discusión. (2)

Está establecido que los impulsos, desde la formación reticular, pueden modificar profundamente la entrada de mensajes por actividad supresora, pero su vía anatómica se desconoce, aunque es claro que existe conexión con el cuerpo geniculado externo y la retina, y se ha demostrado que estimulando la retina se pueden registrar respuestas en la formación reticular (Filleng, 1953).

(3) Granitt (1955), encuentra que la estimulación eléctrica de la formación reticular en los gatos, potencia ó deprime las respuestas a la luz de las células ganglionares de la retina. Hernández Pérez y Col (1956), sólo encuentran esta actividad en animales no anestesiados.

(3) Ya en el ojo, cuando Granitt (1962), habla de la influencia de un ojo en el otro, dice que las mayores pruebas de la posible influencia son anatómicas, y Cajal, en aves (1889) y en perros (1894) encuentra estas fibras centrífugas terminando entre las células amacrinas. También Dogiel (1895) las encuentra en las aves. (2)

(41) Más recientemente, Wolter y Liss (1956) las en-

cuentran, el primero de ellos (1957-60) en el hombre.

Un pequeño número de investigadores niegan la existencia de estas fibras en el hombre, entre ellos Polyak (1941). (2)

Pero, como dice Granitt, es difícil que no existan estas fibras, porque se han encontrado, por algunos autores, en otros sentidos y en casi toda la escala zoológica, inclusive en el hombre. (3)

En el último Congreso (XX) Oftalmológico de Munich, Wolter (1967), nos presentó unas diapositivas de magnífica factura, que una vez vistas es difícil poner en duda la existencia de tales fibras en el nervio óptico. (4)

Wolter llega a estas conclusiones: 1º. La pupila contiene fibras centrífugas. 2º. Estas fibras centrífugas son muy numerosas y parece que alrededor del 10% de las fibras del nervio óptico son centrífugas. 3º. Hay diferentes tamaños de fibras centrífugas. Esto y las algo diferentes reacciones terminales de éstas, después de la sección del N.O., indican que existen varios tipos de fibras centrífugas en el hombre.

b) Revisión Fisiológica

Engelman y Grijns (1891), según Granitt, son los primeros fisiólogos que buscan significado a la existencia de fibras centrífugas y a la acción de la sección del ner-

vio óptico. Esta sección hace que el efecto de influencia binocular por ellos encontrado, se atenúe en gran parte.

Müller-Limmroth (1958), encuentran que los cambios que aparecen en un ojo cuando el otro es estimulado, no tienen lugar si se sección el nervio óptico de éste. (7)

Dieterle y Babel (1955) y Henkes (1957), en casos de neuritis óptica, encuentran aumento de la amplitud del Electrorretinograma y lo atribuyen a una especie de sección inflamatoria.

Con sección del nervio óptico, Shaub y Rank (1960), en caso de atrofia óptica post-traumática, encuentran una onda b_2 más amplia del lado enfermo, igual que en caso de arteritis. Igual resultado se obtiene por inyección retubulbar de Procaína (Rocha, 1958). (7)

Suzuki y Jacobson (1961), nos muestran que la sección de las vías ópticas nos producen en el ojo del gato un registro mayor (más amplitud) que en el congénito intacto, así como un menor tiempo negativo después del estímulo.

Pitzer (1966), encuentra también que el Electrorretinograma, en el hombre, después de la sección del nervio óptico, es mayor en un 15% que el normal.

Suzuki (1959), en humanos encuentra, con la sección del N.O., ondas a y b mayores que en el intacto, más

rápida curva de adaptación. De ello deduce una mayor sensibilidad del ojo con N.O. seccionado, debido a la falta de control cerebral.

Jacobson y Suzuki (1962) intentan dilucidar este problema del efecto de las vías centrífugas y encuentran un nuevo fenómeno consistente en que en el ojo del N.O. seccionado, la respuesta al 2º estímulo de una serie, es el mayor y no el primero como habitualmente ocurre. Esta inversión de la amplitud es comentada por Nagaya (1962), (7) que da más valor a la amplitud de las ondas del Electroretinograma que al fenómeno ya visto por Jacobson (1961) (5) de supernormal fase de recuperación en una serie de estímulos; pero no niega, sino que acepta la influencia de las fibras centrífugas a través de las neuronas internunciales, semejante a los efectos tónicos sobre la médula espi-
ral.

Esto les hace decir que la inhibición post excitatoria producida por la primera onda de una serie es mayor con el N.O. intacto, mientras que la retina es más sensible con el N.O. seccionado. Este fenómeno lo encuentra más acentuado en visión escotópica.

Pruebas más significativas de que el cortex es influido y a su vez influencia, según sea monocular o binocular la estimulación, son las obtenidas por Auerbach (1961), quien encuentra que los potenciales evocados por

estimulación monocular son menores que en la binocular.

Vanysek (1956) observa en algunos sujetos adaptados a la oscuridad variaciones en el Electrorretinograma, al imaginarse una luz viva, igual que Jayle (1965), aunque este no está convencido de que el origen sea por influencia del S.N.C. (6)

Van Hof (1966) hace notar la mejora, en la amplitud del registro de la respuesta cortical, con la atención, y que esta mejora es más marcada cuanto menor es el tamaño relativo del test. (9)

Auerbach (1961) encuentra mayor onda b en la estimulación monocular y un más corto tiempo retino-cortex para el estímulo binocular, lo que le hace pensar en un control subcortical, bajo influencia de las vías centrífigas. Otras influencias que describe no resisten a las críticas de autores posteriores, así como a la nuestra.

Hellner (1964) encuentra efecto inhibitor sobre la onda b de un ojo si el otro se somete a parpadeo. Esta inhibición es máxima para una frecuencia alrededor de la F.C.F. y lo atribuye a un fenómeno autorregulador de influencia central.

Trabajos de Sturr y Battersby (1966) y Bremer (1963-64) indican que el tipo más frecuente de interacción binocular a nivel del cortex es la inhibición, pero

Sturr termina su trabajo con esta frase: "en resumen, podríamos afirmar que el ciclo de la excitabilidad monocular se determina por una combinación de procesos fotoquímicos, neurorretinianos y corticales y que la contribución relativa de cada uno de ellos varía en cada instante".

(2) Duke-Elder (1961) dice que es difícil establecer el camino de las vías centrífugas y sus circuitos de asociación con sus acciones de autorregulación (feedback), pero que "sin embargo, como en otros sistemas sensoriales, existen dos caminos para la conexión entre el tálamo y la formación reticular, de una parte, y el sistema visual de la otra, no sólo en los centros superiores, sino también a niveles intermedios (c g e) y bajos (ojo)".

"Este sistema modularía o inhibiría el influjo constante de los estímulos visuales de modo que aquellos estímulos sin significación inmediata, o perturbaciones, sean disminuídos o relegados a niveles sublimales, interviniendo la habituación, experiencia y atención".

"Es obvio que si el sistema visual ha de trabajar inteligentemente y económicamente este mecanismo ha de ser de la máxima importancia. Desgraciadamente, sólo se conocen unos pocos aspectos de este campo potencialmente riquísimo".

Nosotros en esta investigación, ponemos de manifiesto una faceta por la que el ojo, aún recibiendo un fuerte estímulo, debido a este mecanismo de autorregulación (inhibición en este caso), haría el estímulo menos intenso y más manejable por los altos niveles visuales, produciendo una nueva organización en el mosaico retiniano, posiblemente a través de las nuevas células descritas por Gallego en la capa de las células ganglionares (niveles bajos). Este criterio apoya el hallazgo por Granitt, en el gato (1955), según el cual la estimulación de la formación reticular, en su porción tectal, potencia o inhibe las respuestas de las células ganglionares de la retina.⁽³⁾

Piggins (1966), por su parte, sugiere que la aparición y desaparición de partes de una figura geométrica vistas como una post imagen prolongada, en ojos de imagen estabilizada, son debidas a la regulación en la retina por las fibras centrífugas.

Otro sistema parecido de adaptación, el de la habituación, nos da una serie de hechos experimentales y teorías que no tienen por qué ser muy diferentes a este caso.

Hernández Peón y Col (1955-1956), con gatos, encuentran que en el primer relevo de la vía auditiva, desaparece toda actividad sincrónica con estímulo, en caso de

habitua^{ci}ón. Otros autores, y ya para la vía visual (Waquet), encuentran que esta actividad de la formación reticular, no se realiza sobre el primer relevo (en este caso de la visión, cuerpo geniculado externo), sino sobre el órgano receptor.

Estas experiencias no son concluyentes, pues aunque ocurre este bloqueo, en la corteza se encuentran potenciales evocados (PE), ya que Cavaggioni (1958) en- (3) encuentra que con electrodos en diferentes partes de la vía óptica y estimulando al gato por tiempo indefinido con un flash, la desaparición que primero ocurre de potenciales en esta vía, es el reflejo de atención (respuesta reticular) lo que sucede rápidamente. A los 30-60 minutos desaparece el potencial evocado cortical (cisura clacarina). Para que desaparezca el potencial evocado del primer relevo (c g e) tiene que pasar mucho tiempo.

Bornsheim y Wundsch (1966) encuentran el tiempo más corto de reacción a un estímulo luminoso en la retina, cuando éste tiene lugar en la mancha ciega del otro ojo, y nosotros nos preguntamos: ¿No será porque esta zona ciega no produce estímulos tónicos en el otro ojo?

4.- Hipótesis.

Parece, pues, que el único camino plausible de

influencia de un ojo sobre el otro, dados los resultados obtenidos en este trabajo y los que acabamos de revisar, es a través de los altos centros corticales.

El tiempo que esto puede significar, no es óbice para su instauración instantánea, ya que el tiempo retino-cortical es de 0,1 segundos (Fricker 1966) y pensando que fuese igual al de vuelta sería en total 0,2 segundos. Como nosotros registramos el Electrorretinograma cada 4 segundos, con nuestra técnica de registro aparecería siempre influido.

La perturbación por este camino prepararía el otro ojo para actuar con fuertes estímulos, produciendo una inhibición o electrotono negativo, lo que supone un más alto nivel de funcionamiento, con depresión de los conos (más sensibles al efecto inhibitor, Dawson), que trae como consecuencia una activación de los bastones por su interdependencia con los primeros y, en cierto sentido, oposición.

Coincidiendo con el nivel de saturación de bastones, situado entre 100 y 300 nits (Aguilar y Stiles, 1955), tenemos el nivel de perturbación que produce la subida en la curva que encontramos al establecer la relación entre cociente $\Delta b/b$ frente a intensidad de la perturbación (gráfica 3-2-1).

Y también de ahí el efecto modificador de la

forma del Electrorretinograma al deslumbrar el otro ojo, que hemos encontrado y señalado a lo largo de este estudio y que a grandes rasgos hace parecer escotópico al Electrorretinograma fotópico y acentúa sus rasgos si era ya escotópico.

El efecto negativo que ocurre en condiciones escotópicas sobre la onda b sería debido a que, en este caso, el estado de adaptación de la retina no era el adecuado, para estímulos tan débiles, a causa del ojo influyente.

Ambos efectos, positivo fotópico y negativo escotópico, en el Electrorretinograma, serían consecuencia, en último término, de una alteración del estado funcional del ojo, producida por el nivel de funcionamiento del contralateral (con perturbación) y dependiendo la respuesta (con nivel de funcionamiento mantenido sin posible adaptación), de lo que le pidamos que realice. Esta solicitud está determinada en sus características por la calidad y cantidad del estímulo.

C O N C L U S I O N E S

1º.- Se determina un nuevo fenómeno de interacción binocular consistente en:

a) Aumento de la amplitud de la onda b del E R G Humano cuando el ojo contralateral se estimula fuertemente y el ojo que se registra permanece en condiciones fotópicas.

b) Disminución de esta onda b si el ojo que se registra permanece en condiciones escotópicas.

c) Permanente disminución de la onda a en todas las condiciones.

2º.- Este fenómeno tiene un valor determinado y constante en condiciones establecidas y varía, también de forma determinada y regular al variar: la intensidad de la perturbación, la zona de retina estimulada, la energía del estímulo, la intensidad del campo y las longitudes de onda empleadas en la experiencia.

3º.- Esto nos hace afirmar:

a) La existencia de influencia de la estimula-

ción de una retina en la contralateral. Creemos que por primera vez se puede establecer de modo indudable este hecho, dada la sistematización desarrollada, y

b) El que esta influencia se hace a través de los centros superiores, es decir, según los modernos sistemas de autorregulación o feed-back.

4º.- Con esta misma sistemática de trabajo, se han podido determinar dos máximos en la onda c, uno a 37 ms y otro a 65 ms, atribuyendo el origen del primero al fenómeno mecánico pupilar y el del 2º al bioquímico de la membrana pigmentaria.

B I B L I O G R A F I A

LIBROS

- 1 Davson.- "The eye". The visual process.
- 2 Duke-Elder.- "The anatomy of the visual system", vol. II.
- 3 R. Granit, M.D.- "Sensory Mechanisms of the Retina".
- 4 Hodgkin.- "The conduction of the nervous impulse".
- 5 Jacobson.- "Clinical Electroretinography".
- 6 G.E. Jayle R.L. Boyer. Rene L. Camo. Préface de H.E. Henkes.-
"L'Electrorétinographie Dynamique en Ophtalmologie".
- 7 G.E. Jayle. R.L. Boyer. J.B. Saracco.- "L'Electrorétinogra-
phie Bases physiologiques et données cliniques".
- 8 G.E. Jayle. G. Ourgaud.- "La vision nocturne et ses troubles"
(1950).
- 9 G. Morin.- "Fisiologia del sistema nervioso central".
- 10 Y. Legrand: "Optique Physiologique".
- 11 Proceeding of the XX Concilium ophtalmologium germania 1966.
- 12 Proceedings of the 4th ISCERG Symposium. Hakome. Japan, 1965.
- 13 J. Sedau. G. Farnarier.- "Techniques modernes d'investiga-
tion en ophtalmologie".

R E V I S T A S

Aguilar and Stiles.- "Saturation of the rod mechanism of the retina and high levels of stimulation". Optica Acta, 1, 1954.

Aguilar, Sauras y Gómez.- "Valores umbrales en visión mono y binocular". Anales R. Soc. Esp. F. Q. serie A-Física, Tomo LX (A), pág. 48-58, nº 3 y 4 (Marzo-Abril 1964).

Aguilar.- "Sur Sommation binoculaire". Optica Acta, 2 (1955).

Aguilar.- "Interacción binocular en visión escotópica y mesópica". Anales R. Soc. Esp. F.Q. Serie A-Física, Tomo LIX (A), pág. 121-126, números 7 y 8 (Julio-Agosto, 1963).

Arduini A.- "Influence of visual Deafferentation and of continuous Retinal Illumination on the excitability of Geniculate Neurons - Neurophysiologie und psychophysik des visuellen systems", págs. 117-125 (1961).

Asayama, Matruyama and Sakane.- "Chronasine of the human optical system - Klim monat Augen, 146, 217-232 (March, 1965).

Auerbach E., Beller A.J., Henkes H.E. and Goldhaber.- "Electric potentials of retina and cortex of cats evoked by monocular and binocular photic stimulation. Vision Res., 1, 166-182 (1961).

Aguilar, E Franco, Zabala: Arch. Soc. Oft. H. A.
Tomo 26, número 10. 1966

- Auerbach and Burian.- "Studies on the photopic scotopic relationship in the human E R G". Amer. J. Ophthal., 40 42-59 (1955).
- Bagolini B.- "L'E R G durante stimolazioni monoculari e binoculari". Boll. d'Occulistica, 38, 604 (1959).
- Battersby W.S., Oesterreich, R.E. and Sturr J.F.- "Neural limitations of visual excitability. VII". Nonhomonymous retrochiasmal interaction. Am. J. Physiol., 206, 1181-1188 (1964).
- Battersby W.S. and Wagman I.H.- "Neural limitations of visual excitability. IV". Spatial determinants of retrochiasmal interaction. Am. J. Physiol., 203, 359-365, (1962).
- Beresford W.A.- "Fibre degeneration following lesions of the visual cortex of the cat". Neurophysiologie und psychophysik des visuellen system, 247-255 (1961).
- Bishop P.O. and Davis R.- "Bilateral interaction in the lateral geniculate body". Science, N.Y. 118, 241-243.
- Blackwell R.H.- "Studies on psychophysical methods for measuring visual threshold. J. Opt. Soc. Am., 42, 606, (1952).
- Bogolowskii A.I. and Semenovskaia E.N.- "Conditioned reflex changes in the human E R G. Bull Exp. Biol. Med (URSS) Trans., 47, 3 (1953).
- Borrazzo e Mollica.- "Effetti centrifughi retinici intotti

dalla stimolazione chimica dei lobi ottici". Boll. Soc.
Ital. Biol. Sper., 34, 1681 (1958).

14 Bouman, M.A.- "On foveal and peripheral interaction in
binocular vision. Optica Acta, I, 117-183 (1954-1955).

Bremer, F.- "Etude électrophysiologique de l'interaction
binoculaire dans l'aire visuelle corticale du chat".
C.R. Hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, 255, 2040-2043
(1962).

Bremer, F.- "Analyse des effets de la convergence binocu-
laire dans le cortex visuel du chat". C.R. hebd Séanc.
Acad. Sci., Paris, 256, 3793-3795 (1963).

Bremer, F.- "Recherche d'un effet inhibiteur de l'intérac-
tion binoculaire dans l'aire visuelle corticale du chat".
C.R. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, 258, 3569-3571 (1964 a)

Bremer, F.- "Etude électrophysiologique de la convergence
binoculaire dans l'aire visuelle corticale du chat".
Arch. Ital. Biol., 102, 333-371 (1964 b).

Brink, G. van den. and Reijntjes, G.A.- "Spatial and temporal
facilitation in vision". Vision Res., 6, 533-551 (Octo-
ber, 1966).

Brown, K.T. and Torsten N. Wiesel.- "Intraretinal Recording
in the unopened cat eye". J. Opt. Soc. Am., 46, 91-98
(1958).

Burns B.D., Heron W. and Grafstein, B.- "Responses of cere-
bral cortex to diffuse monocular and binocular stimulation"
Am. J. Physiol., 198, 200-204 (1960).

Cornu, L. et Clottes, A.- "Recherches sur l'ERG des vertébrés. Action de la température de la composante P III chez la grenouille". C. R. Soc. Biol., Paris 146 5-6 (463-466) (1952).

Crawford, B.H.- "Visual adaptation in relation to brief conditioning stimuli". Proc. R. Soc., 134b, 283-302, (1967).

Dieterle, P. and Babel, J.- "L'intérêt diagnostique de l'enregistrement simultané de l'electrorétinogramme et de l'electroencéphalogramme (mesure du temps rétino-cortical) dans les affections des voies optiques". Ophtalmologica, 129, 245 (1955).

Dodt, E.- "Centrifugal impulses in rabbit's retina". J. Neurophysiol., 19, 301 (1956).

Enoch, S.M.- "Effets d'interaction optique sur des modèles de parties des récepteurs visuels". Arch. of Ophtal., mars 1960, 63, n° 3 (548-558).

Falkowska, Z. and SzMiquielki, M.- "Influence of dazzling on normal ERG". Klin Oczna, 33, 401-403 (1963).

Fillentz, M.- "Binocular interaction in the lateral geniculate body of the cat". Neurophysiologie und psychophysik des visuellen systems, págs. 110-117 (1961).

Fiorentini, A. and Freedman, S.J.- "ERG from contralateral stimulation". Atti. Fond. G. Ronchi, 18, 505 (1963).

Flom.- "Contour interaction and visual resolution contrala-

- teral effect". Science N.Y., 142, 979-980 (1963).
- Fricker.- Arch. Phth., 62, 335 (1966).
- Fujino, T. and Hamasaki, D.I.- "Effect of intraocular pressure on the electroretinogram". Arch. Phthal., 78, 757-765 (Dec. 1967).
- Gallego, A.- "Fatiga". Arch. Fac. Med., núm I, XI, 25-33 (Enero 1967).
- Gallego, A.- "Reflejo de la obra de Cajal en la neurofisiología moderna". Arch. Fac. Med. nº 3 I, 189-204 (Marzo 1962).
- Gallego, A.- "Sobre la significación funcional de los plexos de asociación transversal en la retina". Arch. Fac. Med. nº 1-III, 71-73 (Enero 1963).
- Gallego y Cruz.- "Células nerviosas de asociación en la copa de células ganglionares de la retina de los mamíferos". Arch. Fac. Med., nº 3-IX (Marzo 1966).
- Hartline, H.K.- "L'interaction inhibitrice dans l'oeil du Limielus". Arch. of Opht., 1958, 60, nº 4 (734-738).
- Hellner, K.A.- "Efferent inhibition of single ERG. Responses by flicker-stimulation of the contralateral eye in man". Documenta ophthalmologica, XVIII, 431-439 (1964)
- Henkes, H.- "Electroretinography an evaluation of the influence of the retina and general metabolic condition on the electrical response of the retina". Amer. J. Ophthal., 43, 67 (1957).

Hernandez-Peon, R.- "Centrifugal control of sensory inflow to the brain and sensory perception". Acta Neurol. latinoamer., 5, 279 (1959).

M.W. van Hof and Hof van Duin, W.J. Rietveld.- Letter to the editor. "Enhancements of occipito-cortical responses to light flashes in man during attention". Vision Res., 6, 109-111 (February, 1966).

Holden, A.L.- "Nature", 1966, 212, 837-838.

Horberg.- "Contralateral suppressive fields of binocular combination Psychonae". Science I, 157-158 (1964).

Horsten, G.P. and Winkelman, J.E.- Letter to the editor. Vision Res., 2, 86 (1962).

Huble, D.H. et Wiesel, T.N.- "Champs récepteurs, interaction binoculaire et architecture fonctionnelle dans le cortex visuel du chat". J. Physiol., 1962, 160, 106.

Jacobs, G.H.- "Responses of the lateral geniculate nucleus to light increment and decrement and the encoding of brightness". Vision Res., 6, 83-87 (February, 1966).

Jacobson and Gestring.- "Spontaneous retinal electrical potentials". Arch. Ophthal., 62, 599-603 (1959).

Jacobson and Gestring.- "Centrifugal influence upon the electroretinogram". Arch. Ophthal., 60, 295-302 (1958).

Jacobson and Suzuki.- "Effects of optic nerve section on the electroretinogram". Arch. Ophthal., 67, 791-801 (1962)

- Jayle, G.E. Camo, R., Boyer, R. et Aubert, L.- "Intérêt de l'acuité visuelle mœopique. Seurs conclusiones practiques. Communication faite au Congrès Mondial de Médecine aéronautique., Louvain, Sept. 1958 (a paraître dans Bull. Méd. Aéro).
- Jung, R.- "Korrelationene von neuromentatigkeit und sehen". Neurophysiologie und psychophysik des visuallen systems (1960), págs. 410-432.
- Kitai.- "Centrifugal influence of the ERG of the frog". Biol. Bull., 119, 323 (1960).
- Krill A.E. and Ostfeld, A.M.- "The effect of two hallucinogenic Agent on human retinal function". Arch. Ophthal., 64, 724-733 (1960).
- Lorente de Nó, R.- "Analysis of the activity of the chains of internuncial neurons". J. Neurophysiol., 1, 208-241 (1938).
- Marshall, W.H.- "Temporal periodicities in the primary projection System". J. Opt. Soc. Amer., 46, 99-109(1958).
- Marshall, W.H. and Talbot, S.A.- "Relation of the excitability of the geniculatestriate system to certain problems of monocular and binocular vision". Am. J. Physiol., 133, 378 (1941).
- Maturana, H.R. and Franchs.- "Synoptic connections of the centrifugal fibers in the pigeon retina". Science, 150 359-361 (15 Octob, 1965).

Michael, C.R.- "Receptors fields of opponent colour units in the O.N. of the ground squirrel". Science, 152, 1095-1097 (20 March, 1966).

Mitarai G. et al.- "Glia neuron interactions and adaptational mechanisms of the retina". Neurophysiologie und psychophysik des visuellen systems. 463-481 (1961).

De Molfetta, J., Spinelli, D. et Alonso, G.F.- "Recherches sur des potentiels électriques oculaires obtenus par stimulation lumineuse de l'oeil contro-latéral. Ophthalmologica, 1967, 154, n° 6 (354-360).

Monnier, M.- "Les manifestations électriques consuesuelles de l'activité rétinienne chez l'homme". Expériencia, 2, 199 (1946).

Motokawa and M. Ebe.- "Antidromic stimulation of optic nerve and photosensibility of cat's retina". J. Neurophysiol., 17, 364 (1954).

Motokawa, Nagakawa and Kohata.- "Electrophysiological studies of binocular stereoscopic vision". J. Comp. Physiol. Psychol., 49, 392 (1956).

Noell, W.R.- "Les origines de l'ERG". Ame. J. Ophthal. (1954), 38/1 part 11 (79-93).

Ogle, K.N. et Groch, J.- "Vision stereoscopique et luminosités inégales des images dans les deux yeux". Arch. of Ophthal., Déc. 1956, 56, n° 6 (878-895).

Palestrini, M. and Davidovich, A.- "Functional significance

(15) Oliva : Tesis 1952. Facultad de Ciencias Madrid

of centrifugal influence upon the retina". Acta Neurol latinoamer., 5, 113 (1959).

Payne, W.H.- "Reaction time as a function of retinal location". Vision Res., 6, 729-732 (Déc. 1966).

Peimer, I.A.- "Study of the effect of a strong light flashes of shorts duration on human and rabbit retina and brain, according to the electroretinographic and electroencephalographic methods". Biofizika, 3, 52-61 (1958), mit engl. zus gass.

Pellet, J.- "Sources d'erreurs dans l'etude electrorétinographique des processus d'interaction entre les rétines". Vision Res., 6, 95-100 (Febr. 1966).

Piggins.- "A possible function of centrifugal fibers to the human retina". The British Journal of physiological optics., 258-259 (1966).

Pitzer Gills, J.- "The electroretinogram after section of the optic nerve in man". Arch. Ophthal., 62, 287-291 (1966).

Ponte F. and Monaco, P.- "Studio delle modificazioni dalla stimolazione luminosa monoculare sulla attivita bioeletttrica della retina e del nervo ottico contralaterale". G. Ital. Oftal., 16, 1 (1963)

Reimer Wolter, J.- "Regenerative potentialities of the centrifugal fibers of the human optic nerve". Arch. Ophthal., 64, 697-707 (1960).

- Ronchi L. and Bittini, M.- "May psychological factors influence ERG response?". Atti. Fond. G. Ronchi., 13, 417 (1958)
- Sauras.- "El proceso de integración retiniana en visión nocturna.
- Sauras y M. Aguilar.- "Interacción binocular con luces de distinto color". Anales R. Soc. Esp. F. Q. Serie A-Física. Tomo LIV (A), págs. 341-344, núms 11 y 12 (Nov. Dic. 1958).
- Shortess, G.K.- "Binocular interaction in the frog retina" J. Opt. Soc. Amer., 53, nº 12, 1423-1429 (Dec. 1963).
- Sickel, W.- "Stoffwechsel und funktion der isolierten netzhaut". Neurophysiologie und psychophysik des visuellen systems (1961), 80-92.
- Solis, Aguilar y Plaza.- "Influencia del estado de adaptación de un ojo en el umbral diferencial del otro". Anales R. Soc. Esp. F. Q. Serie A-Física, tomo XLIX, págs. 274-280, núms. 9-10 (Sep. Oct., 1953).
- Solis y M. Aguilar.- "Influencia del estado de adaptación de un ojo en el umbral diferencial del otro". Anales R. Soc. Esp. F. Q. Serie A-Física. Tomo LI (A), págs. 233-236, núms. 9-10 (Sep. Oct., 1955).
- Silverman, S.M. y col.- "Bilateral simultaneous retrobulbar neuritis". Am. J. Ophth. 55 (1020-23), 1963.
- Stevens S.S. and Diamond, A.L.- "Effect of glare angle on

Sturr, F. and Battersby, W.S.- "Neural limitations of visual excitability VIII. Binocular convergence in cat geniculate and cortex". Vision Res., 6, 401-418 (August 1966).

Suerak, J. et Ula, J.E.- "Effets des mydriatiques et des myotiques sur l'ERG". C. Sl. Opht., 11/6, 396-404(1955)

Suzuki, T.A.- "ERG of congenital totally color weak-eye accompanied by lesion of optic nerve". Arch. Ophthal., 62, 386-395 (1959).

Suzuki, Mita, Nikara and Ogawa.- "The effects of some anaesthetics and the optic nerve section on ERG". Newsletter (June 1961), Iscerg.

Talbot, S.A. and Marshall, W.H.- "Relation of excitability cycles in cat and monkey". Am. J. Physiol., 133, 467-468 (1941).

Tanner, J.A.- "Feedback control in living prototypes". Med. El. Biol. Eng., 1, 333 (1963).

Uckermann, A.- "ERG selon la stimulation mono and binoculaire". Acta Ophth. (kbh), 33/5, 517-522 (1965).

Vanysek, J.- "Etudes électrorétinographiques du problème de l'influence de S.N.C. sur l'adaptation de la rétine a la lumière". Csl. Opht. (1956), 12/4 (233-238) 2 tabl. 3 illustr.

Viefhues T. and Müller-Limmroth, W.- "Konsensuelle ERG beim stabismus alternans". Acta 18, International

Congress Opth., Brussels (1958), pág. 665.

Wagman, I.H. and Battersby, S.W.- "Neural limitation of visual excitability II. Retrochiasmal interaction". Ame. J. Physiol. 197, 1237-1242 (1959).

Weingarten, N. et col.- Exp. Neurol., 1966, 15 (363-376).

Wiesma, Bush and Watesman.- "Efferent vional responses of contralateral origin in the optic nerve of the crab podophthalmus". J. cell. comp. physiol., 64, 309-326-345 (1964).

Winkelman, J.E., Horsten and Wildeboar-Venema.- "Studies on centrifugal effects on the retina: a corneo-negative potential in a non-illuminated eye". Arch. Int. Physiol. Bioch., 69, 4 (1961).

Wirth, A.- "Nota sul meccanismo dei riflessi interretinici Boll. d'Oculista, 30, 499 (1951).

Wirth, A.- "L'elettroretinografia consensuale nell'uomo". Contr. Lab. Pscol. Univ. Cattolica Milano, 35, 343 (1950).

Wolf and Michael J. Zigler.- "Effects of uniocular and binocular excitation of the periferal retina with test fields of various shapes on binocular summation". J. Opt. Am., 53, nº 10, págs. 1199-1205 (1963).

Wolf and Michael J. Zigler.- "Uniocular and binocular scotopic responsiveness of the peripheral retina". J. Opt. Am., 49, nº 4, págs. 394-398 (1959).

Wolter, J.- "Regenerative potentials of the centrifugal
fibers of the human optic nerve". A.M.A. Arch. Ophth.
64, 697 (1960).